

## **Handlungshilfe für die Gefährdungsbeurteilung durch gefahrstoffhaltige Exponate in Museen und Restaurierungswerkstätten in NRW**

### **Teil 2: Pestizide**

Alle Chemikalien werden in Europa nach Anhang 1 der europäischen GHS-Verordnung (EG) Nr. 1272 / 2008, genannt CLP-Verordnung (Classification, Labelling and Packaging of Chemicals) eingestuft. Exponate, die in der Vergangenheit und auch heute mit Schädlingsbekämpfungsmitteln, Pestiziden, behandelt worden sind, sind dies nicht. In Teil 1 dieser Handlungshilfe sind die anorganischen Schadstoffe beschrieben worden, in diesem Teil 2 werden die organischen Schädlingsbekämpfungsmittel, Pestizide, die zur Konservierung von Exponaten und Schutz vor Fraß verwendet worden sind und werden, beispielhaft beschrieben.

Je nach Tätigkeiten der Beschäftigten in Museen oder Restaurierungsbetrieben mit schadstoffbelasteten Exponaten oder in schadstoffbelasteten Räumen von Museen, wie den Magazinen, müssen auch dort geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Beim Bearbeiten und Ausstellen von pestizidbelasteten Exponaten in Museen und Restaurierungswerkstätten muss mit gesundheitlichen Gefährdungen gerechnet werden. Einige als Gefahrstoff eingestufte Chemikalien können eingeatmet, andere können nach Hautkontakt über die Haut aufgenommen werden und gesundheitliche Schäden im Körper verursachen. Deshalb muss nach § 5 Arbeitsschutzgesetz und §§ 6 und 7 Gefahrstoffverordnung eine Gefährdungsbeurteilung erstellt und geeignete Schutzmaßnahmen festgelegt werden, die regelmäßig zu überprüfen sind.

### **1 Luftbelastungen bei Tätigkeiten an oder mit Gefahrstoffen belasteten Exponaten**

Exponierte:

Restauratoren, Personal, das Ausstellungen auf- und abbaut, Lageristen in Museumsdepots

Wenn die Beschäftigten in den Restaurierungswerkstätten oder im Exponat-/Materiallager, Tätigkeiten mit schadstoffbelasteten Exponaten, die nach dem Anhang 1 der CLP-Verordnung als Gefahrstoffe eingestuft sind, durchführen, wie beispielsweise Ausbessern, Stabilisieren, Abformen und Kleben oder Umlagern, dann handelt es sich um Tätigkeiten im Sinne des Gefahrstoffrechtes. Hierfür wird die Gefahrstoffverordnung angewendet. Beim Überschreiten der Arbeitsplatzluftgrenzwerte (AGW) können diverse gesundheitliche Beeinträchtigungen und bei langanhaltendem Kontakt auch Erkrankungen entstehen.

Im Gefahrstoffrecht werden Arbeitsplatzluftgrenzwerte, AGW, und biologische Grenzwerte, BGW (BMAS/BAUABW, 2021), angewendet (vgl. Technischen Regeln für Gefahrstoffe 900 ff. „Luftgrenzwerte“ (BMAS/BAUA900, 2021). Die Grenzwerte für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen liegen in der Größenordnung von Milligramm pro Kubikmeter Luftvolumen ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Die Arbeitsplatzluftgrenzwerte sind damit um 3 Zehnerpotenzen höher als die Innenraumlufttrichtwerte. AGW werden für verdampfbare und analytische nachweisbare organische Gefahrstoffe festgelegt.

Die biologischen Grenzwerte sind für wenige Gefahrstoffe, die im Urin oder Blut analytisch nachweisbar sind.

Werden Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt, kann auch ein Hautkontakt zur Gefahrstoffaufnahme in den Körper führen, der nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe

TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ zu beurteilen ist (BMAS/BAUA401, 2008). Für die Gefährdungsbeurteilung hilfreich ist die folgende Tabelle 4 aus dem Anhang der TRGS 401.

**Tabelle 1 TRGS 401 Anlage 4 Teil 1 „Gefährdungsmatrix“, Schäden an der Oberfläche der Haut**

Eigenschaft	Kennzeichnung der Stoffe/Zubereitungen mit	Dauer/Ausmaß des Hautkontaktes			
		kurzf. < 15 min		längerf. > 15 min	
		kleinfl.	großfl.	kleinfl.	großfl.
	R 66 Wiederh. Hautkontakt kann zu spröder/ rissiger Haut führen	gering	gering	gering	mittel
hautreizend	R 38 Reizt die Haut	gering	mittel	mittel	mittel
ätzend	pH-Werte $\leq 2$ bzw. $\geq 11,5$	mittel	mittel	mittel	hoch
	R 34 Verursacht Verätzungen	mittel	mittel	mittel	hoch
	R 35 Verursacht schwere Verätzungen	mittel	hoch	hoch	hoch

**Tabelle 2 TRGS 401 Anlage 4 Teil 2 „Gefährdungsmatrix“, Schädigung durch die Aufnahme über die Haut (Resorption)**

Eigenschaft	Kennzeichnung der Stoffe/Zubereitungen mit	Dauer/Ausmaß des Hautkontaktes			
		kurzf. < 15 min		längerf. > 15 min	
		kleinfl.	großfl.	kleinfl.	großfl.
hautresorptiv	R 21 Gesundheitsschäd. bei Berühr. der Haut	gering	mittel	mittel	hoch
	R 24 Giftig bei Berührung mit der Haut	mittel	mittel	mittel	hoch
	R 24 mit R 34 bzw. mit R 35 Verursacht Verätzungen	hoch	hoch	hoch	hoch
	R 27 Sehr giftig bei Berührung der Haut	hoch	hoch	hoch	hoch
hautresorptiv + sonst. Eigensch.	R 40 Verdacht auf krebserz. Wirkung (H), R 68 Irreversibler Schaden möglich (H)	mittel	mittel	mittel	hoch
	R 62 Kann möglicherw. die Fortpflanzungsf. beeinträchtigen (H), R 63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherw. schädigen (H)	mittel	mittel	mittel	mittel
	R 45 Kann Krebs erz. (H), R 46 Kann vererb. Schäden verurs. (H), R 60 Kann die Fortpfl. beeintr. (H), R 61 Kann das Kind im Mutterleib schäd. (H)	hoch	hoch	hoch	hoch
sensibilisierend	R 43, (R42/43) sens. Gefahrstoffe nach Anl. 3 sowie Nr. 3.2.1 Hautgef. Stoffe Abs. 2 (Sh/Sah) oder 3 (UV-sens./tox. Stoffe))	gering	mittel	mittel	hoch

Die häufigsten organischen Luftschadstoffe unter den Pestiziden sind in der Tabelle des Umweltbundesamtes unter nachfolgendem LINK aufgeführt:

<https://www.umweltbundesamt.de/galerie/die-richtwerte-i-ii-fuer-stoffe-in-der>

Daneben kommen noch anorganische Schadstoffe in Form von Staub in Betracht.

## 2 Summenwerte als Überblick einer Luftbelastung mit verdampfenden organischen Schadstoffen

Um einen Überblick über eine mögliche Luftbelastung mit Schadstoffen zu erhalten, wird manchmal die Gesamtkonzentration der verdampfenden, leichtflüchtigen organischen Schadstoffe ermittelt. Dies ist der TVOC-Wert (Total volatile organic Compounds).

Für die Beurteilung einer Gesamtkonzentration an Schadstoffen in der Luft wird ein Stufenschema angewendet:

Die nachfolgende „Empfehlung zur Bewertung von TVOC-Werten [der Gesamtkonzentration organischer Schadstoffe in der Luft] gliedert sich in 5 Stufen (UBA, 2021).

Stufe 1: TVOC-Wert  $< 0,3 \text{ mg/m}^3$  ( $< 300 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ): hygienisch unbedenklich, Zielwert

Stufe 2: TVOC-Wert  $> 0,3 - 1 \text{ mg/m}^3$  ( $> 300 - 1000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ): hygienisch noch unbedenklich, erhöhter Lüftungsbedarf

Stufe 3: TVOC-Wert  $> 1 - 3 \text{ mg/m}^3$  ( $> 1000 - 3000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ): hygienisch auffällig, befristet ( $< 12$  Monate) als Obergrenze für Räume, die für einen längerfristigen Aufenthalt bestimmt sind.

Stufe 4: TVOC-Wert  $> 3 - 10 \text{ mg/m}^3$  ( $> 3000 - 10000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ): hygienisch bedenklich, Raum befristet (maximal 1 Monat) und bei verstärkter Lüftung nutzbar

Stufe 5: TVOC-Wert  $> 10 - 25 \text{ mg/m}^3$  ( $> 10000 - 25000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ): hygienisch inakzeptabel. Die Raumnutzung ist allenfalls vorübergehend täglich (stundenweise) und bei Durchführung verstärkter regelmäßiger Lüftungsmaßnahmen zumutbar.“

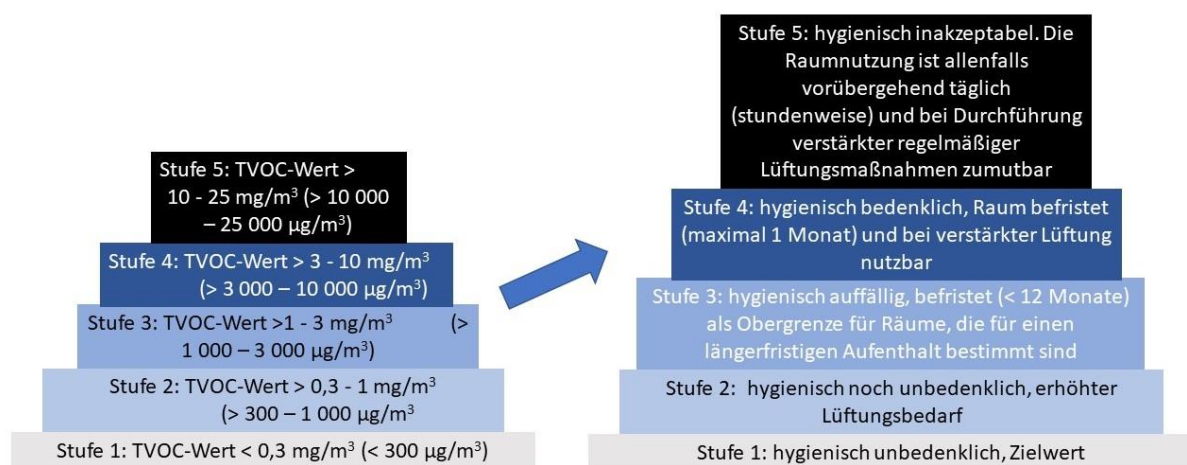


Abbildung 1 Stufenschema TVOC

In Museen wurden bereits in der Vergangenheit neben anorganischen Chemikalien organische Schädlingsbekämpfungsmittel verwendet, um den Befall und Fraß von Insekten zu verhindern und die historischen Exponate zu erhalten.

Als Schädlingsbekämpfungsmittel werden Chemikalien und Gemische mit einer Giftwirkung für Insekten eingesetzt, die allerdings auch eine Gefährdung für die Menschen darstellen, die Kontakt zu den behandelten Exponaten beim Bearbeiten, beim Lagern und in Ausstellungen haben, wie Restauratoren, Besucher und Museumsbeschäftigte.

In der Vergangenheit sind zur Konservierung und Abwehr von Fraß durch Insekten hauptsächlich chlororganischen Chemikalien oder teerhaltige Gemische eingesetzt worden. Sie wurden verstrichen, als Begasungsmittel oder als Tauchbäder verwendet. Die Sammelbezeichnung für diese chemischen Stoffe ist Schädlingsbekämpfungsmittel oder Pestizide (LEXIKONBIO, 2021).

### **3 Ausgewählte Pestizide aus der Vergangenheit, die eine Gefährdung für den Menschen darstellen**

Die zum Schutz vor Insektenfraß eingesetzten Pestizide können bei der Bearbeitung, aber auch wenn sie als Staubablagerung auf der Oberfläche der Exponate zu finden sind, den Menschen gefährden. Ebenso kann öltartiges Pestizid von der Haut beim Handhaben aufgenommen werden oder in die Raumluft verdampfen.

Viele Pestizide verbleiben an der Oberfläche des behandelten Exponates. Erst intensivere Behandlung, wie mehrmaliges Verstreichen, Begasen oder Tauchen der Objekte bewirkt, dass die Pestizide in tiefere Schichten der Exponate eindringen. Dies ist abhängig von dem Material, der Form und der Dichte des Materials. Eine Wirtktiefe bis in den Zentimeterbereich ist beispielsweise bei getauchten Exponaten festgestellt worden [Literatur Museumsbund (DREWELLO, 2016), TELLO (2016)]. Getauchte Bohlen und Pfähle können auch vollständig durchtränkt sein. Das bedeutet für verdampfbare, öltartige Pestizide, dass sie viel länger ausgasen können. Deshalb ist eine Aussage über die Konzentration der Pestizide in den überwiegenden Exponaten nicht möglich. Gefährdungen für den Menschen ausgehend von kontaminierten Exponaten können daher nur auf Grund der Wirkung der Einzelstoffe, Kontaminationen, gemacht werden.

Gemälde sind mit Wachsschichten geschützt worden, die Pestizide enthalten können. Bei besonders nahem Kontakt, wie beim Arbeiten mit dem Mikroskop (MÜLLER, 2021), kann es hierbei zu Gefährdungen für die Restauratoren durch Einatmen des Staubes oder durch den Hautkontakt mit dem Wachsstaub kommen.

Der Großteil der in der Vergangenheit eingesetzten und biozid wirkenden Gemische zählt zu den Chlorverbindungen. Dies sind bekannte Pestizide, wie DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan) (GESTISDDT, 13.08.2021), Lindan ( $\gamma$ -Hexachlorcyclohexan) und Dieldrin (mehrfach chloriertes cyclisches, stabiles Molekül), die in Textilien, wie Teppiche und Wandvorhänge, Tapeten aber auch in Holzobjekten, wie historischen Skulpturen, und historischen Möbel, wie beispielsweise Schränke und Kommoden, für den Schutz vor Insekten verwendet worden sind. In Museen und Restaurierungsbetrieben sind in der Vergangenheit beispielsweise auch andere Chemikalien, die auch in der Umwelt nachweisbar sind und lange Abbauzeiten haben, verwendet worden, wie Cypermethrin, BifenoX, Dichlorvos, Metolachlor, Bentazon, Triclosan, 2,4-D, Chlortoluron, Dichlorprop, und Pyrazon (Chloridazon) (KRESS, 2000). Für das Holz von Gebäuden im Außenbereich, leider zum Teil auch im Innenbereich und auch für einige Möbel, ist Xylamon zur Fraßabwehr verwendet worden

Die Begasungen, insbesondere von Medizinprodukten, ist mit Ethylen und Chlor, wie Holzskulpturen, durchgeführt worden (DBU, 17159).

Für die Konservierung von Holz ist auch flüssiger Teer in Gemischen mit Altöl eingesetzt worden, der über die ausgasenden Inhaltsstoffe wie Anthracen und Benzo(a)pyren, Chrysen, die enthaltenen Polyaromatischen Kohlenwasserstoffe, PAK, die Beschäftigten der Museen und die Restauratoren bei ihren Tätigkeiten gefährdet. Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind ein Gemisch von Teerinhaltstoffen, dessen typischer Geruch u.a. aus dem Bestandteil Anthracen, Chrysen und Benzo(a)anthracen stammt. Letzteres wird als Leitsubstanz bei der Analytik für PAK analytisch verwendet (GESTISBENZO, 13.08.2021).

Die in der Vergangenheit eingesetzten Pestizide zeichnen sich durch eine langanhaltende Wirkungsintensität auf die Insektenpopulation und schlechten natürlichen Abbau zu ungefährlicheren Substanzen aus. Sie sind lipophil und reichern sich in Fetten, wie fetten Nahrungsmitteln (Wurst, Käse), der Haut und Fettzellen im Gewebe, an.

### **4 Wirkung auf den menschlichen Organismus**

Über den Hautkontakt, insbesondere der in der Vergangenheit verwendeten Pestizide, können Hauterkrankungen (Dermatiden) entstehen und durch inhalative Aufnahme bei

geringem Abstand zum Gesicht, beispielsweise bei der Restaurierung mit Lupe oder dem Mikroskop oder im Magazin durch Anreicherung in nicht abgesaugten Bereichen, kann das zentrale Nervensystem beeinträchtigt werden. Die gesundheitlichen Beeinträchtigungen können, beispielsweise Schwindel, getrübbtes Sehen aber auch Bauchschmerzen und Weiteres sein. Der Betriebsarzt und die Fachkraft für Arbeitssicherheit sollten hinzugezogen werden.

Die Chemikalien sind schlecht abbaubar und verbleiben zum Teil längere Zeit im menschlichen Körper. Beispielsweise ist Lindan, was in der Vergangenheit sehr häufig für Holz und Textilien verwendet worden ist, nach der Resorption über die Haut noch für 5 Tage im Körper nachweisbar (GESTISLINDAN, 2021). Durch die Fettlöslichkeit (lipidlöslich) können die Pestizide auch über fetthaltige Nahrungsmittel, die am Arbeitsplatz gelagert und verzehrt werden, in den menschlichen Körper gelangen.

Beim Bearbeiten können die Pestizide durch die Einatmung von Staub über die Atmung in den Körper gelangen. Das Arbeiten ohne Handschuhe kann zu einer Aufnahme über die Haut in den Körper führen (vgl. Tabelle unten).

## **5 Heute verwendete Pestizide / Schutzmittel**

Die meisten in der Vergangenheit verwendeten Pestizide sind spätestens seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts für den Einsatz in Deutschland verboten. Heute werden neben Pyrethroiden, wie Deltamethrin, Permethrin und Cyfluthrin, Spritzmittel auf Ölbasis, die Naphta oder biozidwirkende Pflanzenöle enthalten können, oder Flammenschutzmittel auf Brombasis verwendet.

Sie haben eine tödliche Wirkung auf die Insekten oder deren Larven. Beispiele wie Deltamethrin, Permethrin und Cyfluthrin, wirken auf das Zentrale Nervensystem der Insekten (ARTHUR, 2005) oder Juvenilanaloga, die die Entwicklung der Insektenlarven hemmen oder über den Ölfilm, der die Tracheen, das Atmungssystem der Insekten, verklebt.

### **5.1 Wirkung der heutigen Insektizide**

Die heutigen Insektizide auf Ölbasis, Pflanzenöle von exotischen Pflanzen oder terpenhaltige Öle aus Nadelbäumen, wirken auf den Menschen augen- und hautreizend und sind als umweltgefährdend und entzündbar eingestuft. Viele der Terpene, z.B. Orangenschalenöl, wirken sensibilisierend.

Die Wirkung der Pyrethroide auf den Menschen sind Hautrötungen und Reizungen der Schleimhäute, sowie bei längerem Einwirken das Auftreten von Missempfinden (FROMME, 2005).

### **5.2 Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten und Restauratoren**

#### Ersatzverfahren

Papier, wie Bücher oder alte Schriften, und Exponate aus cellulosehaltigem Material werden gern von Insekten, wie beispielsweise Papierfischchen *Lepisma saccharina*, an- bzw. zerfressen. Um die Papiere und Bücher zu schützen, ist vielfach eine Behandlung mit Pestiziden und Begasungen durchgeführt worden.

- Kleinere Exponate und Bücher: Aufbewahrung in der Gefriertrocknung bei -18°C, die Zellen und die Eier der Insekten werden zerstört. Anschließende oder gleichzeitige Behandlung mit Infrarot führt zu einer Trocknung und Prävention von Schimmelbelastungen für feuchte Exponate,
- Regelmäßiges Absaugen vom Boden, Fußleisten, Regal und Deckblechen sowie sonstigen Oberflächen und Ecken mit dunklen Rückzugsstellen reduziert die Vermehrung der Tiere, Ausstreuen von Diatomeenerde (Kieselgur, Kieselalgenstaub) in Ecken und an nicht abdichtbaren Fugen, wie an Fußleisten (KRAUSE, 2017),
- Versiegeln der Fugen im Gebäude und Regalen mit Silikon (LANDSBERGER, 2016),

- Für Papierfischchen und andere Fischchen, die die Dunkelheit lieben: Fallen mit Papierinhalt, Klebefolien und zusätzlich bestrichen mit Pheromonen, artenspezifischen Lockstoffen, die Insekten zur Kommunikation mit anderen Insekten produzieren (VOSTROWSKY, 1996), die für den Menschen nicht wahrnehmbar sind, und in den Fallen nach heutigen Erkenntnissen ungefährlich sind (LANDSBERGER, 2016), (BIEBL, 2016)
- Für Helligkeit liebende Insekten: mit UV-Licht bestrahlte Klebeflächen (BIEBL, 2016), die zusätzlich mit artenspezifischen Pheromonen, die auch auf die Prozesse im Organismus der Insekten haben (WANNER, 2007) versehen werden. Auch diese Pheromone können Menschen nicht riechen und beeinflussen die Gesundheit der Menschen nach heutigen Erkenntnissen nicht

#### Technische Schutzmaßnahmen

- für die Bearbeitung: Tischabsaugungen, Raumluftabsaugungen und mobile Absaugungen mit Aktivkohlefiltern, Arbeiten in Gloveboxen
- in der Ausstellung und im Magazin: abgesaugte Vitrinen und Luftfiltern, Vitrinen / Boxen mit Aktivkohle-Passivfilter

#### PSA

Verwendung von Einmalhandschuhen aus Nitril oder PP, ein Hautschutzplan ist erforderlich

## 6 Beispielhafte Übersicht über mögliche organische Kontaminationen

Gefahrstoff	Verwendung	Einstufung des Gefahrstoffes	Aufnahmeweg	Literatur
<p><b>Chlororganische Pestizide:</b></p> <p><u>Beispiele:</u> Lindan; Lindan und Polychlorierte Phenole, PCP in Xylamon; Dichlorphos; Chlorpyrifos (Nexa-motte); Paradichlorbenzol (Hexamotte)</p>	<p>Holz, gelblich-weiß, Geruch (Lindan), Textilien, wie Wandvorhänge, Teppiche, fauliger Geruch nach Kartoffeln: Lindan, historische Kleidung: schwerer, muffiger Geruch: DDT; historische Kleidung, Sitzmöbel gepolstert</p>	<p>giftig, krebserzeugend, atemwegsreizend, hautschädigend</p>	<p>Abrieb im Staub, inhalativ, Hautschäden in Verbindung mit UV-Licht photoreaktiv (Chlorakne), Hautschäden; Xylamon: Hautschäden, p in Verbindung mit UV-Licht; photoreaktiv</p>	<p>DDTGESTIS (13.08.2021): DDT, Auszug aus IFA-GESTIS-Stoffdatenbank, Institut für Arbeitsschutz der Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA, <a href="http://www.gestis-api.dguv.de">www.gestis-api.dguv.de</a>, download 13.08.2021</p> <p>LINDANGESTIS (2021): Lindan, Auszug aus IFA-GESTIS-Stoffdatenbank, Institut für Arbeitsschutz der Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA, <a href="http://www.gestis-api.dguv.de">www.gestis-api.dguv.de</a>, download 13.08.2021</p>

Gefahrstoff	Verwendung	Einstufung des Gefahrstoffes	Aufnahmeweg und Wirkung	Literatur
<b>Polyaromatische Kohlenwasserstoffe, PAK</b>  <u>Beispiele:</u> Teer; Carbolineum (Anthracenöl)	Holz, braun: teerartig: Carbolineum; Getauchte Objekte Holzobjekte (Eindringtiefe: mehrere cm), Anstrich von Holzobjekten	hautreizend und krebserregend	Abrieb im Staub, Dämpfe, inhalativ; bei Hautkontakt: hautresorptiv	RÖMPP Lexikon Chemie. Band 3: H–L. 10. Auflage. Georg Thieme Verlag, 1997, ISBN 3-13-734810-2, S. 1791  BENZOAGESTIS (13.08.2021): Benzo(a)pyren, Auszug aus IFA-GESTIS-Stoffdatenbank, Institut für Arbeitsschutz der Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA, <a href="http://www.gestis-api.dguv.de">www.gestis-api.dguv.de</a> , download 13.08.2021
<b>Begasungsmittel</b>  <u>Beispiele:</u> Ethylenoxid; Chlorgas	Medizinprodukte, -apparaturen, wie Schläuche, Schürzen; Holzgemälde, Skulpturen werden durch Chlor gebleicht	Ethylenoxid: aus den Objekten ausgasend nur noch geringe Mengen: für die Haut und die Atemwege reizend;  Chlor: atemwegsreizend, eventuell hautreizend	Inhalative Aufnahme: leicht stechender Geruch	GESTIS, Chlor, Ethylenoxid, Auszug aus IFA-GESTIS-Stoffdatenbank, Institut für Arbeitsschutz der Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA, <a href="http://www.gestis-api.dguv.de">www.gestis-api.dguv.de</a> , download 13.08.2021
<b>Ölartige Schutzmittel</b>  Beispiele: Nadelöl, Orangen- oder Zitrusöl	Holzimprägnierung, Behandlung von Polster, Gebäudeteilen	Terpene: sensibilisierend nach einatmen	Inhalative Aufnahme: Hautkontakt	GESTIS, Terpene, Auszug aus IFA-GESTIS-Stoffdatenbank, Institut für Arbeitsschutz der Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA, <a href="http://www.gestis-api.dguv.de">www.gestis-api.dguv.de</a> , download 13.08.2021
<b>Pyrethroide</b>  <u>Beispiele:</u> Deltamethrin, Permethrin und Cyfluthrin,	Holzimprägnierung, Behandlung von Textilien und Polster, Behandlung von Papier und Gemälden	Hautrötungen und Reizungen der Schleimhäute, sowie bei längerem Einwirken das Auftreten von Missempfinden	Inhalative Aufnahme: Hautkontakt	FROMME (2005): Fromme, H., Umweltmedizinische Hintergrundinformationen zu Pyrethroiden, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Sachgebiet Umweltmedizin Veterinärstr. 2; D-85764 Oberschleißheim. Dezember 2005, <a href="http://www.lgl.bayern.de">www.lgl.bayern.de</a>

## **7.1 Ausstellungsbesucher, insbesondere Schüler und Schülerinnen und Kindern aus Kindertageseinrichtungen (Innenraumlufbelastungen, Arbeitsstättenrecht)**

### Tätigkeiten

Museumsbesuch und museumspädagogische Veranstaltungen

### Kontakt

kein inhalativer und haptischer Kontakt zu gefahrstoffbelasteten Originalen durch Ausstellung in Vitrinen und Schaukästen

### Innenraumlufbelastung

in belüfteten Museumsräumen: keine, je nach Luftwechselrate  
in unbelüfteten Museumsräumen: möglicherweise, wenn keine Schutzmaßnahmen, wie Einhausungen, vorhanden

### Schutzmaßnahmen

1. Bauliche (Raumkonzepte) und technische Maßnahmen (Lüftungsmaßnahmen, in Anlehnung an die Lagerung entzündbarer Flüssigkeiten TRGS 510 (BMAS/BAUA510, 2021) bei einem Rauminhalt über 100 m<sup>3</sup> ein mindestens zweifacher Luftwechsel pro Stunde oder abgesaugte Exponate
2. Arbeitsmedizinische Vorsorge durch den Betriebsarzt  
kein Kontakt, deshalb keine Vorsorge erforderlich
3. Organisatorische Maßnahmen  
kein Kontakt mit den Objekten
4. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)  
entfällt
5. Hautschutz  
entfällt

### Wirksamkeitskontrolle

1. Messungen der Raumluft (Schnelltests auf Chemikalien in der Luft, Feuchtigkeitsmessung, Gassensoren)
2. Begehungen durch Fachkräfte für Arbeitssicherheit
3. Mitarbeiterfragebogen
4. Luftwechselraten der Raumluft

## **7.2 Beschreibung der Belastungen / Gefährdungen und der Rechtssituation der Restauratoren (Gefahrstoffverordnung)**

### Tätigkeiten

Bearbeiten von schadstoffhaltigen historischen Fundstücken und Exponaten

### Kontakt

Hautkontakt, Schleimhautkontakt und Einatmen von Stäuben und Ausgasungen beim Bearbeiten

### Innenraumlufbelastung

nicht durch die Tätigkeiten, aber möglicherweise durch die Arbeitsumgebung, wie Gebäudeausgasungen

### Gefahrstoffrecht

wird vollständig angewendet, Gefahrstoffverordnung und Technische Regeln für Gefahrstoffe, z.B. TRGS 505 „Blei“, TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“

### Schutzmaßnahmen

1. Maßnahmen zur Minimierung- und Vermeidung des Kontakts mit bzw. die Aufnahme über
  - die Augen
  - die Haut
  - die Atemwege
2. Bauliche (Raumkonzepte) und technische Maßnahmen (Lüftungsmaßnahmen, Absaugungen), Sicherheitswerkbänke, Abzüge
3. Arbeitsmedizinische Vorsorge durch den Betriebsarzt  
Pflicht- und Angebotsvorsorge bei Tätigkeiten mit als krebserzeugend eingestuften Kontaminationen in Exponaten oder Fundstücken
4. Organisatorische Maßnahmen  
Konzept der Zeitbegrenzung des Aufenthaltes im Gefahrenbereich durch Rotation
5. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)  
Schutzbrillen, optische Gläser; Visiere; Kleidung, Handschuhe (Spinnennetzplots des Institut für Arbeitsschutz (IFA) für Handschuhauswahl), Schuhwerk
6. Hautschutz

### Wirksamkeitskontrolle

1. Messungen der Gefahrstoffkonzentration (Schnelltests auf Chemikalien in der Luft, Feuchtigkeitsmessung, Gassensoren)
2. Regelmäßige Überprüfung der Arbeitsplätze
3. Mitarbeiterfragebogen
4. Vorsorgekartei

## **7.3 Beschreibung der Belastungen / Gefährdungen und der Rechtssituation der Restauratoren (Gefahrstoffverordnung)**

### Tätigkeiten

Bearbeiten von schadstoffhaltigen historischen Fundstücken und Exponaten

### Kontakt

Hautkontakt, Schleimhautkontakt und Einatmen von Stäuben und Ausgasungen beim Bearbeiten

### Innenraumlufbelastung

nicht durch die Tätigkeiten, aber möglicherweise durch die Arbeitsumgebung, wie Gebäudeausgasungen

### Gefahrstoffrecht

wird vollständig angewendet, Gefahrstoffverordnung und Technische Regeln für Gefahrstoffe, z.B. TRGS 505 „Blei“, TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“

### Schutzmaßnahmen

1. Maßnahmen zur Minimierung- und Vermeidung des Kontakts mit bzw. die Aufnahme über
  - die Augen
  - die Haut
  - die Atemwege
2. Bauliche (Raumkonzepte) und technische Maßnahmen (Lüftungsmaßnahmen, Absaugungen), Sicherheitswerkbänke, Abzüge
3. Arbeitsmedizinische Vorsorge durch den Betriebsarzt  
Pflicht- und Angebotsvorsorge bei Tätigkeiten mit als krebserzeugend eingestuften Kontaminationen in Exponaten oder Fundstücken
4. Organisatorische Maßnahmen  
Konzept der Zeitbegrenzung des Aufenthaltes im Gefahrenbereich durch Rotation
5. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)  
Schutzbrillen, optische Gläser; Visiere; Kleidung, Handschuhe (Spinnennetzplots des Institut für Arbeitsschutz (IFA) für Handschuhauswahl), Schuhwerk
6. Hautschutz

### Wirksamkeitskontrolle

1. Messungen der Gefahrstoffkonzentration (Schnelltests auf Chemikalien in der Luft, Feuchtigkeitsmessung, Gassensoren)
2. Regelmäßige Überprüfung der Arbeitsplätze
3. Mitarbeiterfragebogen
4. Vorsorgekartei

## **8.1 Übungsaufgaben, deren Antworten für die Gefährdungsbeurteilung verwendet werden können**

### Übung 1:

Hölzerne Statue, ca. 20 cm hoch, dunkle, ölige Oberfläche, starker, öliger Geruch, kann beim Einatmen den Hustenreiz auslösen.

Verwendung für:

- a) Soll in der Ausstellung aufgestellt werden für Besucher zugänglich
- b) Soll restauriert werden
- c) Soll im Magazin eingelagert werden

Welches sind die möglichen Gefährdungen?

Welche Maßnahmen können zum Schutz im Fall von a), b) oder c) ergriffen werden?

### Übung 2:

Hölzerne Skulptur, ca. 100 cm hoch, helle Oberfläche, leichter Geruch nach strengem Mittel, kann beim Einatmen die Atemwege auslösen und den Geruchssinn dämpfen, weißes Pulver in den Vertiefungen.

Verwendung für:

- a) Soll in der Ausstellung aufgestellt werden für Besucher zugänglich
- b) Soll restauriert werden
- c) Soll im Magazin eingelagert werden

Welches sind die möglichen Gefährdungen?

Welche Maßnahmen können zum Schutz im Fall von a), b) oder c) ergriffen werden?

## 8.2 Lösungen

### Lösung zu Übung 1

Enthält möglicherweise Xylamon, Carbolineum oder andere PAK, Gefährdung der chronischen Schädigung und Hautresorption

- a) Aufstellung in einer abgesaugten Vitrine mit Aktivkohlefilter, Lagerung in Boxen mit Passivfilter, Vermeidung: Abformung, oder Foto und 3-D-Druck
- b) Arbeiten mit Tischabsaugung, mobiler Absaugung oder unter dem Abzug, PSA nach Spinnennetzplot
- c) Lagerung in Boxen mit Passivfilter oder dichtschießenden durchsichtigen Kunststoffboxen mit Aktivkohlefiltersack

### Lösung zu Übung 2

Enthält möglicherweise chlororganische Pestizide, wie Lindan oder DDT

- a) Aufstellung in einer abgesaugten Vitrine mit Aktivkohlefilter, Lagerung in Boxen mit Passivfilter, Vermeidung: Abformung, oder Foto und 3-D-Druck
- b) Arbeiten mit Tischabsaugung, mobiler Absaugung oder unter dem Abzug, PSA nach Spinnennetzplot
- c) Lagerung in Boxen mit Passivfilter oder dichtschießenden durchsichtigen Kunststoffboxen mit Aktivkohlefiltersack

## Literatur

ARTHUR (2018): Arthur, F. H., Ghimire, M. N., Myers, S. W., Philipps, T. W., Evaluation of Pyrethroid Insecticides and Insect Growth Regulators Applied to Different Surfaces for Control of *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) the Khapra Beetle, *J Econ Entomol.* 2018 Apr 2;111 (2) 612-619, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29514245/>

BAUABW (2021): Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 903, Biologische Grenzwerte (BGW), Ausg. Febr. 2013 \*) GMBI 2013, S. 364-372 [Nr. 17] v. 4.4.2013, zul. geänd. u. erg.: GMBI 2021, S. 599 [Nr. 26] v. 04.05.2021, <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-903.html>

BAUA401, (2008): Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 401, Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen, TRGS 401 Ausg.: Juni 2008 zul. ber. GMBI 2011 S. 175 [Nr. 9.] <https://www.baua.de/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-401.html>

BAUA510 (2021): Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 510, Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behälter, Ausg. Dezember 2020 GMBI 2021 S. 178-216 [Nr. 9-10] (v. 16.2.2021) <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-510.pdf>

BAUA900 (2021): Technische Regel für Gefahrstoffe, TRGS 900, Arbeitsplatzgrenzwerte Ausg.: Januar 2006, BArBI Heft 1/2006 S. 41-55, Zul. geänd. u. erg.: GMBI 2021, S. 893-894 [Nr.39-40] (v. 02.07.2021)

BIEBL (2016): Biebl, S., Allgemeine Methoden des Monitorings und der Schädlingsbekämpfung in Archiven, Bibliotheken und Museen, Deutschland und Österreich neue Herausforderungen im integrierten Schädlingsmanagement, *archivar* 71. Jahrgang Heft 04 November 2018

DBU (17159): Entfernung von Pestizidrückständen aus Textilien mit besonderer Berücksichtigung ausgewählter Beispiele aus dem wertvollen Bestand des Germanischen Nationalmuseums, Nürnberg, durch überkritisches CO<sub>2</sub> Ein Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und des Germanischen Nationalmuseums Nürnberg (1999-2001). AZ: 17159, Pedekon

DREWELLO (2016): Drewello, U., Evaluierung der Schadstoffbelastung, in: Modellhaftes praxisorientiertes Evaluierungs- und Strategieprogramm zur „Präventiven Konservierung“ von national wertvollem Kunst- und Kulturgut am Beispiel des Halberstädter Domschatzes ISBN 978-3-00-055525-1 Projektzeitraum 2012-2016, Abschlussbericht des Forschungsprojektes herausgegeben von Christian Philipsen in Verbindung mit Katrin Tille, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Gommern, November 2016

FROMME (2005): Fromme, H., Umweltmedizinische Hintergrundinformationen zu Pyrethroiden, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Sachgebiet Umweltmedizin Veterinärstr. 2; D-85764 Oberschleißheim. Dezember 2005, [www.lgl.bayern.de](http://www.lgl.bayern.de)

GESTISBENZO(A) (13.08.2021): Benzo(a)pyren, Auszug aus IFA-GESTIS-Stoffdatenbank, Institut für Arbeitsschutz der Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA, [www.gestis-api.dguv.de](http://www.gestis-api.dguv.de), download 13.08.2021

GESTISDDT (13.08.2021): DDT, Auszug aus IFA-GESTIS-Stoffdatenbank, Institut für Arbeitsschutz der Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA, [www.gestis-api.dguv.de](http://www.gestis-api.dguv.de), download 13.08.2021

GESTISLINDAN (2021): Lindan, Auszug aus IFA-GESTIS-Stoffdatenbank, Institut für Arbeitsschutz der Gesetzlichen Unfallversicherung, IFA, [www.gestis-api.dguv.de](http://www.gestis-api.dguv.de), download 13.08.2021

KRAUSE (2017): Krause, F., Geller, B., Papierfischchen – Die unerwünschten Mitbewohner, in: LWL archivamt blog, 23.Juni.2017, <https://archivamt.hypotheses.org/>

KRESS (2000): Kress, P. Entfernen von Pestizidrückständen aus historischen Textilien mit überkritischem CO<sub>2</sub>. Erarbeitung einer Projektskizze anhand der textilen Sammlungsbestände des Germanischen Nationalmuseums, Nürnberg. Diplomarbeit, Fachhochschule Köln, Fachbereich Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut, 2000.

LANDSBERGER (2016): Landsberger, B., Querner, P., Invasive Fischchen (insecta, zygentoma) in: Deutschland und Österreich neue Herausforderungen im integrierten Schädlingsmanagement, archivart 71. Jahrgang Heft 04 November 2018

LEXIKONBIO (2021): Lexikon der Biologie: chemische Schädlingsbekämpfung, Auszug vom 26.05.2021, <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/chemische-schaedlingsbekaempfung/13322>

MÜLLER, (2021): Müller, R., Die mit dem Röntgenblick – Caroline von Saint-George ist Gemälderestauratorin im Wallraf, in: Museen koeln, Das Magazin, 1/2021, Museumsdienst Köln, März 2021

TELLO (2016): Tello, H., Handle with Care – Über den Einsatz historischer Biozide in musealen Sammlungen, Tagung des Arbeitskreis Konservierung/Restaurierung im Deutschen Museumsbund (DMB), 10.11.2016, Leipzig, [www.museumsbund.de/wp-content/uploads/2018/04/tagung-schadstoffe-beitraege-gesamt-16042018.pdf](http://www.museumsbund.de/wp-content/uploads/2018/04/tagung-schadstoffe-beitraege-gesamt-16042018.pdf)

UBA (2021): Ausschuss für Innenraumrichtwerte, Umweltbundesamt, Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau, 20.09.2021,

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte#ausschuss-fur-innenraumrichtwerte>

VOSTROWSKY (1996): Vostrowsky, O. Insektenpheromone Kastenselektive Pheromonbiosynthese bei Honigbienen, Chemie in unserer Zeit, /30.Jahrg., 1996, Nr: 5, S. 252

WANNER (2007): Wanner, K. W., Nichols, A. S., Walden, K K. O., Brockmann, A., Luetje, C.W., Robertson, H.W., A honey bee odorant receptor for the queen substance 9-oxo-2-decenoic acid, PNAS, September 4, 2007 vol. 104no. 3614383–14388

Uta Köhler  
Aufsichtsperson und Diplom-Chemikerin  
Unfallkasse NRW  
Hauptabteilung Prävention  
Abteilung Kultur  
Kontakt: [u.koehler@unfallkasse-nrw.de](mailto:u.koehler@unfallkasse-nrw.de)