

RESTAURO

Forum für Restauratoren, Konservatoren und Denkmalpfleger

KOSTÜME PRÄSENTIEREN

RISIKO BIOZIDBELASTUNG

IM FOKUS: TEXTILIEN

REINIGEN MIT AEROSOL

GROSSFORMATE TRANSPORTIEREN



www.restauro.de

2

März 2012

Anke Grit Weidner, Heino Handelsmann und Ines Zimmermann

Arsen in Spitzenhäubchen

Biozideintrag an historischen Textilien

Über die Hälfte der textilen Kulturgüter in Deutschland ist offensichtlich mit gesundheitsgefährdenden Bioziden kontaminiert. Dies hat Auswirkungen auf alle Arbeitsbereiche. Museen sind daher in der Pflicht, Schutzmaßnahmen zu ergreifen, Belastungen zu ermitteln und nicht zuletzt auch dekontaminierende Maßnahmen einzuleiten.



1 Hausfrau in den 1940er-Jahren beim Besprühen einer Uniform mit einem DDT-haltigen Mittel.

Der Klassiker: Problem erkannt, was tun?

Optimisten sagen, es gäbe für alles eine Lösung. Der Filmklassiker *Arsen und Spitzenhäubchen* empfiehlt: »Ich hole meine Leichen vom Boden runter und Sie holen Ihre Leichen aus dem Keller rauf. Dann stecken wir sie alle in ein Taxi und fahren sie zusammen nach Seelenfrieden raus.«¹ Konservatorisches Problemmanagement ist diffiziler. Mit der Vorstellung von Restauratoren, die im heimischen Atelier oder in den Werkstätten großer Sammlungen qualifiziert und in langwieriger Handarbeit den Kunstschatzen des Landes zum »ewigen Leben« verhelfen, sind wir vertraut. Im Schein einer mehr oder minder teuren Arbeitslampe sind sie dabei mit der Nase ganz nah dran – an der materialisierten Geschichte und an ihren Ewigkeits-helfern. Eine Reihe von Substanzen werden zum

Teil bereits von Alters her benutzt, um Schädlingen das Leben auszuhauchen oder Fäulnis- und Schimmelbefall einzudämmen. Die vielfach aus organischen Grundmaterialien bestehenden historischen Textilien bilden da keine Ausnahme. In der Spanne vom Küchentisch bis zum musealen Arbeitsplatz bedeutet der Einsatz von Bioziden in früherer Zeit für die heutige Generation: Arbeiten in kontaminierten Bereichen nach den Regelwerken BGR 128² und TRGS 524³.

Wie gehen wir mit dem Arsen in unseren Spitzenhäubchen um?

Viele der im Kulturgüterschutz Tätigen sehen sich neuen Herausforderungen gegenüber: Kontaminierte Objekte sind quasi alte Bekannte, aber das Thema wird erst heute in neuer Dimension wahrgenommen. Langjährige eigene Erfahrungen bei der Betreuung von Sammlungen mit unterschiedlichem textilen Kulturgut (z. B. Paramente, Wand- und Bodenteppiche, europäische und außer-europäische Kleidung sowie Accessoires, Uniformen und Militaria mit textilen und ledernen Anteilen, Gewebesammlungen, Gebrauchstextilien u. a.) untermauern wissenschaftliche Schätzungen: Zwischen 50 % und 70 % des Bestandes wurden in der Vergangenheit mit bioziden Wirkstoffen behandelt. Die hochtoxischen Biozide, die noch heute als Altlast im Abstand mehrerer Jahrzehnte in Kulturgütern nachgewiesen werden, gehörten bis in die 80er-Jahre des 20. Jahrhunderts in Museen und in der Denkmalpflege – wie in vielen anderen Lebensbereichen auch – zu den Standards bei der Schädlingsbekämpfung. Eine Werbeaufnahme für DDT-haltige Produkte aus den 1940er-Jahren zeigt die damals zeitgemäße Biozidanwendung im Haushalt mittels Sprühverfahren. (Abb. 1)

Bei einer Anfang des 21. Jahrhunderts durchgeführten Umfrage an 122 deutschen Museen mit einer Rücklaufquote von 86 Museen wurde hochgerechnet, dass in Deutschland ca. 282 000 textile Objekte mit Bioziden verseucht sind. Allein am Germanischen Nationalmuseum Nürnberg sind schätzungsweise 13 000 historische Textilien betroffen. Dies entspricht ca. 50 % dieses Sammlungsbereiches.⁴ Der Bestand an kontaminierten Objekten am Ethnologischen Museum Berlin wur-

de mit 330 000 Stück von insgesamt 500 000 be-ziffert und umfasst somit zwei Drittel der dortigen Sammlungen.⁵

Bis an die Grenze: Arbeiten in kontaminierten Bereichen

Gleich in welcher vertraglichen Stellung sollten Restauratoren und andere Mitarbeiter von öffentlichen oder privaten Sammlungen und Depots so-

wie Ausstellungsbetrieben bei Verdacht auf einer Analyse durch ein zertifiziertes Labor beharren. Ein Betrieb mit angestellten Mitarbeitern haftet in jedem Fall für den Arbeitsschutz seiner Arbeitnehmer. Auftraggeber stehen nach der Gefahrstoff-Verordnung in der Pflicht, Auftragnehmer auf Gefahrstoffe und Gefährdungspotential hinsichtlich der zur Bearbeitung übergebenen Materialien hin-zuweisen.⁶

1
Tabelle 1
Übersicht: Persönliche Schutzausrüstung bei Arbeiten mit kontaminierten Objekten.

Tab. 1

Schutzhandschuhe bei Kontakt mit CMR-Stoffen*		
Material	Eigenschaften	Anwendung
Latex	hohe Dehnbarkeit, wenig chemikalienbeständig	bei feinfühligster Tätigkeit und geringer Chemikalienbelastung
Nitril-Kautschuk	sehr gute Abrieb-, Stich-, Schnitt- und Reißfestigkeit	allgemeine Anwendung, in feinfühligster oder kräftigerer Ausführung
Polyvinylchlorid	weichmacherhaltig, Versprödung bei Lösemittelkontakt	allgemeine Anwendung, bei geringer Chemikalienbelastung
Polychloropren	abrieb- und reißfest, witterungs- und alterungsbeständig	bei robusteren Tätigkeiten
Butylkautschuk	meist dickwandige Schutzhandschuhe	zusammen mit schweren Chemikalienschutzanzügen
Fluorkautschuk	gute allgemeine Eigenschaften relativ teuer	allgemeine Anwendung
Handschuhe aus verschiedenen Materialien	Beweglichkeit eingeschränkt, geringerer Tragekomfort	bei hoher Beanspruchung

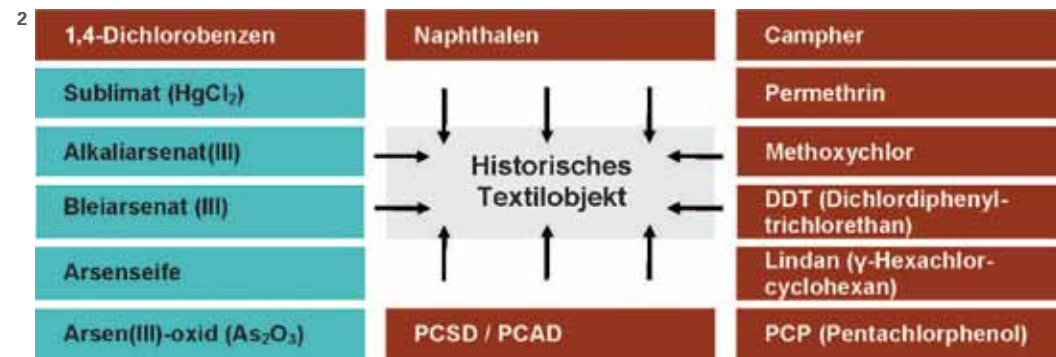
* CMR-Stoffe (cancerogenic, mutagenic, toxic for reproduction) sind krebserzeugende, erbgutverändernde und fruchtbarkeitsgefährdende Stoffe und Zubereitungen gemäß § 3 Abs. 2 Gefahrstoffverordnung (GefStoffVO).

Atemschutzmasken mit Partikelfilter		
Partikelfilter werden entsprechend ihrer Leistung in die folgenden Partikelfilterklassen eingeteilt:		
<ul style="list-style-type: none"> ■ P1 (geringes Abscheidevermögen) ■ P2 (mittleres Abscheidevermögen) ■ P3 (hohes Abscheidevermögen). 		
Sie sind nach DIN EN 143 durch den Kennbuchstaben P, die Partikelfilterklasse, den Kennbuchstaben bezüglich der Wiederbenutzbarkeit und die Kennfarbe Weiß gekennzeichnet.		
Atemschutz mit Partikelfilter	VdGW**	Anwendung
Halb-/Viertelmaske mit P3-Filter, partikelfiltrierende Halbmaske FFP3	30	für viele biozidbelastete Stäube bei Tätigkeiten im Kulturgüterschutz anwendbar
Halb-/Viertelmaske mit P2-Filter, partikelfiltrierende Halbmaske FFP2	10	gegen CMR-Stoffe, radioaktive Stoffe und luftgetragene biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppen 3 und Enzyme nur nach Gefährdungsbeurteilung
**Leistungsangabe als »Vielfaches des Grenzwertes« (VdGW)		

Schutzanzüge	
Körperschutzkleidung	Anwendung
Schutzkleidung nach Typ 5 gegen Partikel fester Chemikalien (gemäß Norm DIN EN ISO 13982) Der Anzug muss die minimale Innenleckage-Werte erfüllen.	für viele biozidbelastete Stäube bei Tätigkeiten im Kulturgüterschutz anwendbar

Weiterführende Informationen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Sicherheitsdatenblätter der Hersteller. ■ TRGS 524 (Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen) ■ TRGS 401 (Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen) ■ Fachausschuss »Persönliche Schutzausrüstung« der DGUV (www.dguv.de/psa)

Quelle: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV); BGI/GUV-I 868; BGI/GUV-I 869; BGI/GUV-I 868; BGI/GUV-I 869; BGR/GUV-R 190



2 Auswahl möglicher in historische Textilien eingetragener Biozide.

Eine Sicherheitsplanung wird genauso vorgeschrieben wie Betriebsanweisungen, Schutzausrüstungen oder Arbeitsplatzmessungen. Wer mit kontaminierten Objekten umgeht, hat also eine Reihe von Vorschriften zu beachten. Dies betrifft beispielsweise Bereiche wie Ausstellungstätigkeit, Leihverkehr, Durchführung konservatorischer und restauratorischer Maßnahmen sowie die wissenschaftliche Bearbeitung. Betroffen sind nicht nur die mobilen und immobilen Kulturgüter, sondern alle im Umfeld tätigen Menschen sowie gegebenenfalls eine sich darum oder darin bewegende Öffentlichkeit. Immer geht es in erster Linie um eine Abgrenzung des verseuchten Materials vom Rest. Diese Grenze wird entweder mit technischen Hilfsmitteln, mit Organisationsstrukturen oder durch den persönlichen Schutz geschaffen.

Bereits im Fall einer vermuteten Kontamination mit Bioziden greifen sofort die Bestimmungen zum notwendigen Arbeitsschutz. Das Tragen von persönlicher Schutzkleidung (Schutzmaske, Einwegschutzanzug mit Kapuze, Handschuhe und gegebenenfalls Fußlinge) ist im Umgang mit kontaminiertem Kulturgut auf die Sachlage abzustimmen. Die Schutzmaske sollte in der Regel mit P3-Partikelfilter ausgestattet sein, da besonders die Aufnahme von mit Giften angereicherten Stäuben durch die Atemwege zu vermeiden ist. Man kann so bereits einer Anzahl von Bioziden effizient begegnen. Da auch die Haut Atemorgan ist, muss sie ebenfalls vor Staubkontakt geschützt werden. Eine Gesichtsmaske bei gleichzeitig ungeschützter Haut etwa an Armen, Beinen, Hals und Kopf ist somit keine sinnvolle Lösung! Informationen zu persönlicher Schutzausrüstung finden sich in Tabelle 1.

Die Palette an Arbeitsschutzmitteln ist weitläufig und stellt eine wichtige Position bei der Kostenkalkulation dar. Den Weg in den nächsten Baumarkt kann man sich häufig sparen, denn was für Arbei-

ten in kontaminierten Bereichen notwendig ist und tatsächlich auch Schutz bietet, ist häufig nur bei spezialisierten Händlern und Herstellern zu bekommen. Auftraggeber und solche in spe sollten sich frühzeitig mit dem Gedanken anfreunden, dass auch ihre Sammlungsteile Gefahrstoffe enthalten könnten. Auf die Verpflichtung zur Ermittlung einer Belastung und zur Informationsweitergabe wurde schon verwiesen. Je nach Grad der Verseuchung sind gegebenenfalls Maßnahmen zur Reduzierung der Kontamination mit in das Konzept der Bearbeitung – auch das Leistungsverzeichnis – einzubeziehen.

Es geht also um Geld, es geht um Sonderbedingungen wie scharf abgegrenzte Bereiche (kontaminiert – nicht kontaminiert) und es geht um einen nicht zu unterschätzenden zeitlichen Mehraufwand. Routinierte Tätigkeiten werden zur Ausdauerübung mit Schutzanzug und Atemmaske. Handschuhe beeinträchtigen die gewohnte Fingerfertigkeit und Gesichtsmasken schränken das Gesichtsfeld ein und führen oft zum Beschlagen der Brillengläser. Für die Betätigung in kontaminierten Bereichen wird eine zeitliche Begrenzung in Abhängigkeit von der Art der Schutzbekleidung und der individuellen Konstitution von maximal 120 min empfohlen. Danach sollte eine Pausenzeit außerhalb der Schwarz-Zone⁷ mit gewährter Frischluftzufuhr erfolgen. Es ist immer auf ausreichende Arbeitshygiene zu achten. Die benutzte Schutzkleidung sollte also während der Pause im Weiß-Bereich abgelegt werden. Eine schwierige Ausgangslage für Kostenvoranschläge, wenn das vorliegende Leistungsverzeichnis dieses nicht bereits berücksichtigt hat. Nicht selten wird die Kontamination auch erst bei schon begonnener Tätigkeit und abgeschlossenen Verträgen festgestellt. Ein Teufelskreis für Auftraggeber wie Auftragnehmer!

Tabelle 2 Empfehlungen zum konkreten Umgang mit biozidbelasteten historischen Textilien.

Maßnahmen im Raum	Maßnahmen am Objekt	Maßnahmen für Mitarbeiter
<ul style="list-style-type: none"> Staubablagerungen reduzieren Frischluftzufuhr garantieren Einrichten eines Schwarz-Weiß-Bereiches Gefahrgutsschränke nutzen Aufstellen von Raumluftfiltern 	<ul style="list-style-type: none"> Objekte bioziddicht verpacken (z. B. mit geeigneter Kunststoffolie, Aluminiumfolie oder Aktivkohlegewebe) fachgerechte Trockenreinigung ausführen 	<ul style="list-style-type: none"> Betriebsanweisungen erstellen Unterweisung der Mitarbeiter Zugang für Mitarbeiter begrenzen Anlegen persönlicher Schutzkleidung

Dem Auftragnehmer obliegt es, in seinem Kostenangebot den Mehraufwand für die Einhaltung der Richtlinien und Handlungsanweisungen bei der Bearbeitung kontaminierter Objekte mit einzukalkulieren. Dies betrifft beispielsweise eine Verlängerung der Ausführungszeit aufgrund der vorgeschriebenen Pausenzeiten zwischen den maximalen Arbeitszeiten unter Schutzbedingungen am Objekt. Ebenso ist der Mehraufwand an Aufwendungen für einen optimalen Arbeitsschutz bis hin zur Notwendigkeit, einen Schwarz-Weiß-Bereich mit räumlicher Trennung einzurichten, mit einzubeziehen. Dieser erhöhte Schwierigkeitsgrad bei der Bearbeitung minimiert die gesundheitlichen Risiken für den Bearbeiter und vermeidet eine Verschleppung der Gifte in den Arbeitsräumen. Außerdem kann die sekundäre Kontamination bis dato nicht biozidbelasteter Kulturgüter eingedämmt werden. Die wesentliche Quelle der Übertragung von Kontaminationen von Objekt zu Objekt sind dabei Stäube, die Biozidpartikel mit sich führen.

Über eine Kontamination von Einzelobjekten oder Sammlungsbereichen mit Bioziden müssen alle Mitarbeiter und natürlich auch hauserne Fachkräfte informiert werden. So wirkt sich eine nachgewiesene Kontamination der Raumluft auf den Sammlungsbetrieb aus und sollte eine Überarbeitung der Lagerungsbedingungen für die betroffenen Objekte nach sich ziehen. Für den Umgang mit Biozid belasteten historischen Geweben werden in Tabelle 2 Hinweise gegeben, die gegebenenfalls einfach umzusetzen und immer unter dem Aspekt einer Objektverträglichkeit anzuwenden sind. Man kann hier bereits im Vorfeld von naturwissenschaftlichen Analysen ohne genaue Kenntnis zu Quantität und Umfang der Biozidbelastung aktiv werden. Die Aufzählung erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit, sondern zeigt erste und möglichst praktikable Schritte auf. Sinnvoll ist weiter das Kennzeichnen der betroffenen Objekte durch ein Etikett am Original selbst oder zumindest ein Vermerk in den Akten.

Die Mischung macht's: die Giftpalette an Bioziden

Mit welchen bioziden Wirkstoffen an historischen Textilien gerechnet werden muss, zeigt die Auswahl in Abb. 2. Die Unterteilung erfolgt in auf Schwermetallen beruhenden Verbindungen (türkisch hinterlegt) und auf Organochlorverbindungen bestehenden Substanzen (braun hinterlegt). Man findet sowohl die Kontamination mit einem Wirkstoff als auch mit Mischungen aus mehreren Bioziden, sogenannten »Giftcocktails«.

Vorhandene historische Schriftdokumente, mündliche Überlieferungen sowie naturwissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass die Schädlingsprävention oder -bekämpfung in der Vergangenheit häufig wenig materialspezifisch betrieben, sondern vielmals ganze Sammlungsbestände mit ei-



3 Aufbewahrung einer Sammlung wertvoller Paramente am historischen Platz in der Sakristei.

ner Rezeptur behandelt wurden. Als Beispiel sei eine in historischen hölzernen Einbauschränke aufbewahrte Paramentensammlung genannt. (Abb. 3) Das barocke Interieur wurde über die Jahrhunderte sowohl mit arsen- und quecksilberhaltigen Substanzen als auch mit DDT-, Lindan- und PCP-haltigen Mitteln behandelt⁸ und die in den Schränken befindlichen Paramente dabei präventiv mit einbezogen.

Durchgeführte Analysen bestätigen an textilem Kulturgut die Verwendung einer breiten Palette an historischen und modernen Insektiziden, Fungiziden sowie auch Holzschutzmitteln, deren toxische Wirkung auf den Menschen nachfolgend auf der Grundlage des Gefahrstoffsystems der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung kurz angerissen wird.⁹

■ **Sublimat** (Quecksilber(II)-chlorid) ist ein starkes und persistentes Gift. Die Substanz wirkt reizend, verursacht Nervenentzündungen und kann die Nierenfunktion beeinträchtigen. Arsenverbindungen – z. B. *Arsenik* = Arsen(III)-oxid – sind ebenfalls starke und persistente Gifte. Sie greifen die Haut, Leber sowie Nieren an und



4 Historische Werbung einer Textilfirma mit Angebot zum Eulanisieren.

verursachen Haarausfall, Appetitlosigkeit, Kopfschmerzen und Entzündung der Zellmembranen.

- **Campher** (2-Keto-1,7,7-trimethylnorcamphan) wirkt reizend, besitzt eine akute Kurzzeit-Toxizität und beeinflusst das Zentralnervensystem. Die Dämpfe des *p*-DCB (1,4-Dichlorbenzen) haben einen betäubenden Effekt und verursachen Entzündungen der Augen und der Haut. Diese Substanz unterliegt dem Verdacht auf krebserzeugende Wirkung. Es kann zu Veränderungen im Blutbild (Methämoglobinämie und Anämie) kommen. Dieser Wirkstoff wird als potentiell fortpflanzungsgefährdend und erbgutverändernd eingestuft.
- **Naphtalen** ist ein bicyclischer aromatischer Kohlenwasserstoff. Die Substanz führt auf der Haut zu starken Reizungen und zur Dermatitis. Beim Einatmen können Schleimhautreizungen, Kopfschmerzen, Übelkeit und Verwirrheitszustände verursacht werden. Eine Schädigung der Augenhornhaut, der Leber, der Nieren und der roten Blutzellen ist möglich. Eine krebserzeugende Wirkung wird vermutet.
- **Lindan** (γ -Hexachlorcyclohexan) ist ein schweres Krampfgift. Es wirkt stark erregend auf das Zentralnervensystem, verursacht Hypersensibilität, Blutbildveränderungen und neurologische Erkrankungen. Weiterhin steht es gemeinsam mit PCP und DDT im Verdacht kanzerogen zu sein.
- **PCP** (Pentachlorphenol) ist ein persistentes Nervengift. Es erregt das Zentralnervensystem, steigert den Stoffwechsel und wirkt reizend auf die Haut und Schleimhäute. Die Giftwirkung äußert sich in Appetitlosigkeit, Mattigkeit, Kopfschmerzen und Konzentrationsschwäche. Außerdem wirkt es mutagen und teratogen.

- Auch **DDT** (Dichlordiphenyltrichlorethan) ist ein persistentes Neurotoxin. Es reizt Haut, Augen und Zellmembranen und verursacht Zuckungen, Gleichgewichtsstörungen und Kopfschmerzen. Weiterhin beeinflusst es den Hormonhaushalt und das Immunsystem.
- **Methoxychlor** (p,p-Dimethoxydiphenyltrichlorethan) wirkt ebenfalls als Nervengift. Bei hohen Dosen sind Störungen im Zentralnervensystem wie Erregung, Schwindel, Tremor, Ataxie, Krämpfe bis hin zum Koma zu erwarten. Weiterhin sind eventuell Leberfunktionsstörungen und hormonelle Störungen schon nach relativ geringen Aufnahmen möglich.
- **Permethrin** (m-Phenoxybenzyl-(3-(2,2-dichlorvinyl)-2-dimethylcyclopropan)carboxylat) kann leichte Vergiftungen hervorrufen. Diese äußern sich in Schwindel, Kopfschmerzen, Müdigkeit und Abgeschlagenheit. In schweren Fällen kann diese Substanz zu krampfartige Attacken, Koma oder auch zu einem Lungenödem führen.
- **Eulan** ist der Handelsname für ein Stoffgemisch mit den Hauptwirkstoffen **PCSD** (Polychloro-2-(chlormethylsulfonamid)-diphenylether) und **PCAD** (Polychloro-2-amino-Diphenylether), wobei die **PCAD** technische Verunreinigungen der **PCSD** und ihre ersten Abbauprodukte sind. Die Substanzen sind persistent und lagern sich bei Aufnahme im Fettgewebe an. Sie ähneln in ihrer Struktur aromatischen Aminen bzw. polychlorierten Dioxinen. Zur Toxizität der **PCSD**-Gemische liegen ausschließlich Angaben des Herstellers BAYER AG vor. Zur Toxizität der **PCAD** existieren keinerlei Daten. Hauptbestandteil dieses Stoffes sind allerdings aromatische Amine. Aus dieser Stoffgruppe sind bereits viele Substan-

Tabelle 3 Quellen für Recherchen zu möglichen Biozidbelastungen.

Schriftquellen	
objektbezogen	Karteikarten, Verträge, Archivschriften, Restaurierungsberichte u.a.
sammlungsbezogen	Nachweise über Einkauf von Bioziden, Anleitungen zum Biozideintrag, Aushänge über Behandlungen (typisch z. B. in Dachböden)
themenbezogen	Fachliteratur, Forschungsberichte
Andere Quellen	
objektbezogen	Mündliche Berichte von Mitarbeitern
sammlungsbezogen	Verpackungen, angebrochene Gebinde von biozidhaltigen Mitteln
themenbezogen	Wahrscheinlichkeit einer zeitüblichen Biozidanwendung

zen als krebserzeugend eingestuft. Als weitere Wirkstoffe können in den sich über die Jahrzehnte wandelnden Rezepturen auch *Permethrin*, Triphenylmethane, Sulfonamid-Derivate, Diphenyl-Harnstoff-Derivate und andere auftreten.¹⁰ Das Produkt diente dem vorbeugenden Schutz gegen Motten- und Käferfraß bei Objekten aus tierischen Fasermaterialien wie beispielsweise Wand- und Bodenteppiche aber auch Pelzen, Federn u. a. (Abb. 4)



5 Hinweis auf die EULAN-Behandlung innen an einem historischen Kostümteil.

Der Nase nach: Indizien für Kontamination

Kaum ein Objekt oder eine Sammlung besitzt hinsichtlich der Biozidbehandlung eine eindeutige Deklaration. Das Einzelkettelt oder die Karteikarte mit Datum, Wirkstoff oder Handelsbezeichnung und gegebenenfalls Konzentration der Einbringung hat Seltenheitswert und muss häufig dafür herhalten, Rückschlüsse auf ganze Sammlungsbereiche zu ziehen. In der Regel ist davon auszugehen, dass selbst vorhandene Dokumentationen zur Schädlingsprävention oder -bekämpfung unvollständig sind.

Vorbildlich zeigt Abbildung 5 den Vermerk zur Durchführung einer Biozidbehandlung am Futterstoff eines historischen Kostümteils. Unter der Inventarnummer gibt es ein angeklebtes Schildchen aus Baumwollband, auf dem die Mottenschutz-ausrüstung des Objektes mit EULAN angezeigt ist. Weiter sind noch die im Bad angesetzte Konzentration des Mittels und das Jahr der Durchführung vermerkt.

Im Stadium der Voruntersuchungen kann im Hinblick auf eine mögliche Biozidbelastung gezielt auf Spuren von ehemaligem Schädlingsbefall am Objekt sowie markante Materialveränderungen oder Geruch geachtet werden. (Abb. 6) Einige direkt durch Biozideintrag verursachte Schadbilder sind bereits bekannt: So führen Arsenverbindungen zu weißlichen Ausblühungen auf Häuten. Campher lässt Objekte aus oder Materialkombinationen mit

Cellulosenitrat vergilben. Naphtalen kann auf Objekten auskristallisieren und in Gegenwart von Wasser zu rotbraunen Verfärbungen an Wolle führen. Weiterhin löst diese Substanz Fett in biologischem Material und führt dessen Abbau herbei. 1,4-Dichlorbenzen bleicht Felle und Tinte, führt zu Vergilbung von Papier und greift auch Kunststoffe wie Schaumpolystyren an. DDT kristallisiert weißlich aus und ist als glitzernde Ausblühung auf Objektflächen wahrnehmbar. Außerdem sind Bleicheffekte und Farbveränderungen infolge von Chlorabspaltung und Säurebildung dokumentiert. Auch Dichlorvos verursacht Verfärbungen an historischen Textilien und führt zur Korrosion verschiedener Metalle. Vielen vertraut ist außerdem der muffige und als beißend zu beschreibende Geruch, den mit Bioziden ausgerüstete Objekte verströmen können.

Als Auskunftsquellen stehen in erster Linie das Objekt selbst sowie Schriftgut und mündliche Überlieferungen zur Verfügung. (Tabelle 3) Konkrete Aussagen zu Qualität und Quantität der Kontamination lassen sich erst mittels naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden treffen.

Die genannten Möglichkeiten sind mitunter zeitaufwändig, bieten aber eine Chance, zu einer grundsätzlichen Einschätzung der Sachlage zu kommen. Recherchierte objektspezifische Hinweise auf frühere Biozidbehandlungen sind für den zu-

6 Biozideintrag kann an Objekten unterschiedliche Schadbilder hervorrufen. Hier ein Beispiel: Detail eines Bildteppichs mit vergilbter Randbildung durch Biozideintrag in Gesicht und linker Hand sowie rechtem Unterarm und Oberkörper des Engels.



7 Mit weichen Rollen wurde die Seifenlauge durch die Gewebe gedrückt. Nach dem anschließenden mehrmaligen Spülen, ebenfalls mit entkalktem Wasser, wurde der Teppich mit Eulan U 33 behandelt, um so einen dauerhaften Schutz gegen Schädlinge zu erreichen. Die Eulanmenge betrug 1 % des Trockengewichtes des Gewebes.

8 Kontamination mit Pestizid:

Die abgesaugten Stäube vom Samtkissen und einem Schädel aus der linken Sockelvitrine des südlichen Reliquienaltars wurden durch ein unabhängiges Labor auf Pestizidbelastungen untersucht. Dies hat eine stark erhöhte Konzentration von DDT (Dichlorodiphenyl-trichlorethan) und seinen Abbauprodukten ergeben. Mit 1.224mg/kg DDT liegt die Staubbelastung sehr deutlich über dem unbedenklichen Bereich. Daher ist im Umgang mit den ungereinigten Objekten auf entsprechende Schutzausrüstung und Verfahrenstechnik zu achten. Insbesondere

- Vermeidung von Verschleppung der Altstäube
- Vermeidung von langfristigem, direktem Hautkontakt, Tragen geeigneter Einwegschutzhandschuhe
- Vermeidung die Altstäube einzusatmen durch Absaugung am Arbeitsplatz und ggf. Tragen einer Feinstaubmaske (P2-Atmenschutzmaske mit Ausatemventil)

7 Beispiel für eine in der Restaurierungsdokumentation vermerkte Biozidbehandlung.

8 Leistungsverzeichnis mit Information zur Biozidbelastung anhand einer Sammelstaubanalyse.

künftigen Umgang und die Bearbeitung sehr hilfreich. Abbildung 7 dokumentiert ein Zitat aus einem Restaurierungsbericht aus den 1980er-Jahren, das die Durchführung einer Eulanisierung vermerkt. Die aufgetragene Menge des Biozides ist mit 1 % des Trockengewichtes des Gewebes angegeben. Durch diese Angaben konnte bereits im Leistungsverzeichnis auf den zusätzlich notwendigen Arbeitsschutz während der Restaurierung hingewiesen werden. Die potentiellen Auftragnehmer wurden so bereits in der Ausschreibungsphase über die Kontamination des Objektes informiert.

Erwähnenswert sind auch mündliche Überlieferungen als weitere Quelle der Information. So können Erfahrungsberichte von Mitarbeitern in den Sammlungen Hinweise auf über die Jahrzehnte durchgeführte Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung geben. Im persönlichen Gespräch kann sich nach Auffälligkeiten, wie den benannten Schadbildern oder Geruch, erkundigt werden. Auch das themenspezifische Wissen und die Erfahrungen der Mitarbeiter vor Ort in musealen Einrichtungen sind ein wertvolles Gut, das es vor Verlust zu bewahren gilt.

Der Wahrheit auf der Spur: naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden

Die Methoden zur analytischen Ermittlung einer Biozidbelastung am Objekt können an dieser Stelle nur angedeutet werden. Besteht die Vermutung zu einer Kontamination mit Bioziden, können nicht-invasive Nachweismethoden wie *Raumluftmessungen* oder *Analyse von Sammelstaubproben* angewendet werden. Der Sammelstaub wird mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Verfahren untersucht. Über die Korrelation der Ergebnisse aus den verschiedenen Methoden lassen sich wichtige Rückschlüsse hinsichtlich des Migrationsverhaltens der einzelnen Schadstoffe aus der Matrix der Objekte an die Oberfläche und von hier aus in den Staub ziehen. Man er-

hält damit qualitative Aussagen zu den in das Kulturgut eingetragenen Substanzen und quantitative Werte für die Biozidbelastung im Staub. (Abb. 8)

Für eine Konkretisierung der Quantität der eingebrachten Biozide im Objekt sind weitere Untersuchungen am Material selbst notwendig. Mit dem *Einsatz der portablen Röntgenfluoreszenzanalyse* (pRFA) sind kontaminierte Objekte schnell und zerstörungsfrei zu erkennen. Hiermit lassen sich über ein Elementscreening sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen zu eingetragenen anorganischen und halogensubstituierten organischen Gefahrstoffen treffen. (Abb. 9) Sind weitere Details zur Einschätzung der Sachlage notwendig oder gewünscht, müssen die Objekte selbst beprobt werden. Diese *Materialuntersuchungen* erfolgen adäquat zur Staubuntersuchung und sind nicht zerstörungsfrei. Daher sollte es aus konservatorischer Sicht das Ziel eines Schadstoffscreenings sein, anhand der möglichen nicht-invasiven Methoden zu fundierten Aussagen über das Vorliegen einer möglichen Kontamination mit Bioziden zu gelangen.

Weiterhin können auch ausgewählte *mikrochemische Nachweisreaktionen* die Untersuchungen hilfreich unterstützen. Von Vorteil ist hier die geringe benötigte Probenmenge. So gibt beispielsweise für organische Biozide der sogenannte *Beilsteintest* – ein unspezifischer Test auf Halogene in organischen Verbindungen – Hinweise auf deren Vorhandensein.

Die wichtigste Voraussetzung für die zu untersuchenden Objekte ist die Kenntnis der jeweiligen verwendeten Materialien. Gleichzeitig erfolgen die Einschätzung des Erhaltungszustandes und die Bewertung bereits früher durchgeführter Maßnahmen zur Konservierung und Restaurierung. Aus dieser Gesamtbetrachtung heraus leitet sich die Entscheidung über eine zerstörungsfreie Untersuchung bzw. eine mögliche Probenentnahme am Exponat ab.

Gelüftete Geheimnisse: Transparenz bringt vorwärts

Eine genauere Analyse eröffnet auch den Blick auf weitere Handlungsoptionen. Wie kann man Gifte gegebenenfalls entfernen? Häufig ist auch für historische Textilien eine gründliche Abnahme der oberflächlich aufliegenden Verschmutzungen und Ausblühungen die erste und auch einzige Maßnahme zur Abreicherung. Die Durchführung einer Trockenreinigung sollte unter einem Abzug mit Spezialstaubsaugern erfolgen, die mit einem Feinpartikelfilter – HEPA-Filter – ausgerüstet sind. Mit der Zeit migrieren allerdings aus dem Inneren der Materialstruktur erneut Biozide und deren Abbauprodukte an die Oberfläche des Objektes.

Als ein Erfolg versprechendes Verfahren sieht die Forschung die Behandlung von Kulturgütern mit Kohlendioxid in flüssiger oder superkritischer Form. CO₂-Verfahren sind tiefenwirksam und zeigen besonders bei Textilien, Leder und artverwandten Materialien hohe Abreicherungsraten. Die praktische Anwendung für historische Textilien mit DDT-Reduzierungen bis über 90 % wurde der Öffentlichkeit bereits vorgestellt.¹¹ Mit weiteren aktuell durchgeführten Projekten¹² konnte die Eignung für verschiedene textile Materialien nachgewiesen werden. Auf lange Sicht dürfte eine gezielte Abreicherung von Biozidbelastungen für viele Sammlungsträger eine genauere Betrachtung wert sein. Der Schritt zur Dekontamination ist für viele betroffene Sammlungen keine leichte Entscheidung und wird häufig erst im Zusammen-

hang mit anderen Projekten (Ausstellungsvorhaben, Restaurierungen, Depotumzüge) gefällt. So steht also vorerst das Management des akuten Problems auf der Tagesordnung. Ist schon die Bestimmung der Schadstoffbelastung nicht ganz einfach, so zeigt sich auch das Vorschriftengewirr auf den ersten Blick recht undurchsichtig.

Derzeit ist das Regelwerk BGR 128 wohl das bedeutendste Dokument für den Umgang mit Gefahrstoffen in Einsatzbereichen wie dem Umgang mit mobilen Kulturgütern. Die BGR 128 gilt mittlerweile als allgemein anerkannte Regel der Technik. Sie ist gleichzeitig auch ein Kompendium, das eine Vielzahl staatlicher und berufsgenossenschaftlicher Vorschriften zusammenfasst und in die Sprache und in den Anwendungsbereich Gefahrstoffumgang übersetzt. In Form eines Methodeninventars beinhaltet die TRGS 524 eine Handlungsanleitung zur Gefährdungsabschätzung und zur Planung von Schutzmaßnahmen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen. Sie stellt somit eine wesentliche Ergänzung zu den Regelungen der BGR 128 dar und ist parallel anzuwenden. Hinzu kommt, dass weitere BGR, TRGS und Gesetze in die konkrete Sachlage eines Objektes oder einer Sammlung hineinspielen können. Ohne die notwendige Offenheit kommt man oft kaum voran.

Die etwas unübersichtliche Struktur mit den sich überlappenden Regelwerken BGR 128 und TRGS 524 sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass es letztlich um das Leben und die Gesundheit derer geht, die sich dem Kulturgüterschutz in einer sei-



9 Zerstörungsfreies Elementscreening mittels portabler Röntgenfluoreszenz an einem Bildteppich.

BESCHLEUNIGTE
STICKSTOFFBEGASUNG

1 Woche

bei 24-26 °C, 55-65 % rF
0,0-0,1 % O₂, 4-5 bar N₂

KÄFER-EIER-LARVEN

CONSOLIDAS
KUNST & KULTURGUT
Dipl.-Rest. Univ. Dr. Martin Procher & Team,
Alois Zingler
W 110 Schäfflstr. / Bamberg
Telefon 09342-8026
Telefax 09342-8029
Mobil: 0179-2127999
Web: www.consolidas.com
Mail: procher@consolidas.com

Beilagenhinweis

Dieser Ausgabe liegt ein
Prospekt der Firma
**Georg D. W. Callwey
GmbH & Co. KG**
München bei.

Wir bitten unsere Leser
um Beachtung.

www.facebook.de/restauro

Werden Sie
Teil des
Netzwerks!

Besuchen Sie
www.
facebook.de/
restauro

Zu den Autoren

Anke Grit Weidner

ist diplomierte Restauratorin (FH Köln) und Master of Arts im Fach Schutz Europäischer Kulturgüter (Europa-Universität Viadrina). Sie ist Sachkundige für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen.

Kontakt: Art Detox GmbH, Am Brink 7, 19322 Rühstätt, anke-weidner@gmx.net

Heino Handelsmann

ist Diplom-Ingenieur (Universität Rostock) sowie Master of Arts im Fach Schutz Europäischer Kulturgüter (Europa-Universität Viadrina). Er ist Sachkundiger für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen.

Kontakt: Art Detox GmbH, Am Brink 7, 19322 Rühstätt, hdh@art-detox.de

Ines Zimmermann

ist diplomierte Restauratorin (FH Köln) und verfügt über eine zwanzigjährige Berufserfahrung als Fachrestauratorin für historische Textilien und Objekte aus Leder. Der Firma Twist, die sie mit Anke Grit Weidner führt, obliegt die Betreuung mehrerer Sammlungen historischer Textilien.

Kontakt: Twist Textil- und Lederrestaurierung, Bötzwstraße 35, 10407 Berlin, ineszimmermann@gmx.de

ner Facetten verschrieben haben und den Beruf häufig auch gerne ausführen. Eine Reihe von Institutionen bietet Hilfe im Umgang mit der Informationsflut an. Für viele praktische Maßnahmen wie z. B. Schwarz-Weiß-Anlagen stehen fachkundige Dienstleistungsunternehmen bereit. Das gilt auch für die Sicherheitsplanung. Sie wird nach den Forderungen der BGR 128 im Arbeits- und Sicherheitsplan (A+S-Plan) niedergeschrieben. Sind bestimmte Anwendungsbedingungen gegeben, stellt der A+S-Plan denjenigen Bestandteil eines umfassenden Sicherheits- und Gesundheitsplanes (SiGe-Plan) dar, der sich speziell mit der Gefährdung und den Schutzmaßnahmen befasst, die sich durch das Gefahrstoffen-ausgesetzt-sein ergibt. Den A+S- bzw. SiGe-Plan zu erstellen, ist Aufgabe eines Sachkundigen. Diese Tätigkeiten werden auf dem Markt als Honorardienstleistungen für Auftraggeber angeboten, die über kein eigenes Personal mit Sachkundenachweis im Sinne der BGR 128 oder TRGS 524 verfügen.

Die Regelwerke fordern eine Transparenz hinsichtlich Kontamination und Gefährdung. So schreibt die TRGS 524 unter Punkt 3.2 als Vorwegmaßnahmen des Auftraggebers in der Planungsphase vor: »Der Auftraggeber hat aufgrund seiner Verpflichtungen aus § 17 Abs. 1 Satz 2 GefStoffV, § 2 Abs. 1 und 3 in Verbindung mit § 4 Baustellenverordnung und gegebenenfalls anderer Rechtsvorschriften zu ermitteln, ob in den an den Auftragnehmer zur Bearbeitung übergebenen Materialien Gefahrstoffe enthalten sein können.« Da es für viele Bereiche des Kulturgüterschutzes bereits grundsätzlich bekannt ist, dass Biozide eingesetzt wurden, sollte der offene Umgang mit dem Thema Kontamination kein Tabu sein. Wie war doch gleich das gelüftete Geheimnis um den Giftcocktail in *Arsen und Spitzenhäubchen*? »Auf zwei Liter Holunderbeerwein nehme ich einen Teelöffel voll Arsen, einen halben Teelöffel voll Strychnin und eine klitzekleine Prise Zyankali dazu.«¹³

Anmerkungen

¹ Zitat von Mortimer Brewster (Cary Grant) in *Arsen und Spitzenhäubchen*. *Arsenic and Old Lace*, USA 1941/44, Regie: Frank Capra.

² Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGR) sind Zusammenstellungen von Inhalten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften (Gesetzen), berufsgenossenschaftlichen Vorschriften, technischen Spezifikationen und Präventionsregeln. Die BGR 128 behandelt »Kontaminierte Bereiche«. Für die Tätigkeiten mit biozidbelasteten Kulturgütern sind je nach Sachlage weitere BGR zu beachten.

³ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS). TRGS 524: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen. Handlungsanleitung zur Gefährdungsabschätzung und zur Planung von Schutzmaßnahmen.

⁴ Ulmann, Arnulf von: Entfernung von Pestizidrückständen aus Textilien mit besonderer Berücksichtigung ausgewählter Beispiele aus dem wertvollen Bestand des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg durch überkritisches CO₂. Unveröffentlichter Abschlussbericht zum Projekt in zwei Bänden, gefördert unter dem AZ 17159 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Nürnberg 2002. Bd. 1, S. 6f.

⁵ Tello, Helene: Investigations on Super Fluid Extraction (SFE) with Carbon Dioxide on Ethnological Materials and Objects Contaminated with Pesticides. Diplomarbeit an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Fachbereich Restaurierung. Berlin 2006. S. 12.

⁶ §17 und §2 GefStoffV. Die Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) regelt umfassend die Schutzmaßnahmen für Beschäftigte bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen. Die aktuell geltende Verordnung ist am 1. Dezember 2010 in Kraft getreten.

⁷ Als »Schwarz« werden kontaminierte und als »Weiß« nicht kontaminierte Zonen bezeichnet. Ein Übergang zwischen beiden mit Schleuse heißt Schwarz-Weiß-Anlage.

⁸ Weidner, Anke Grit und Unger, Achim: Behandlung eines Wallfahrtsmantels aus dem Stift Neuzelle mit flüssigem Kohlendioxid in einer Textilreinigungsanlage – ein Erfahrungsbericht. In: Beiträge zur Erhaltung von Kunst- und Kulturgut. Regensburg 2011. Heft 2. 2011, S. 85–96.

⁹ GESTIS-Stoffdatenbank. Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, hrsg. vom Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Unfallversicherung (IFA): www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp.

¹⁰ Arguk Umweltlabor: EULAN WA Neu, EULAN W 33 – Wirkstoffe und Vorkommen in Hausstäuben: www.arguk.de/infos/eulanpubl.html.

¹¹ wie Anm. 7, S. 74–84.

¹² Unger, Achim; Weidner, Anke Grit; Tello, Helene und Mankiewicz, Johannes: Neues zur Dekontamination von beweglichem Kunst- und Kulturgut mit flüssigem Kohlendioxid. In: Beiträge zur Erhaltung von Kunst- und Kulturgut. Regensburg 2011. Heft 2. 2011, S. 85–96.

¹³ Zitat von Martha Brewster (Jean Adair) in *Arsen und Spitzenhäubchen*. *Arsenic and Old Lace*, USA 1941/44, Regie: Frank Capra.

Abstract

Arsenic in Old Lace

Biocides Infestation of Historic Textiles

Over and over again highly toxic biocides are used in pest control in museums and elsewhere. Today it is calculated that half of all textile cultural objects in Germany are contaminated with toxic biocides, which effects all areas of museum work. Museums must do something to protect their staff and visitors, determine the amount contamination and ensure the necessary transparency.

This article gives an overview of the work in contaminated areas according to the BGR 128 and TRGS 524 regulations. Moreover, the authors list the biocides most commonly encountered in textiles and describe possible ways of determining contamination from sources, telltale signs, and scientific analyses.

Keywords: decontamination, protecting employees, toxic substances, contaminated cultural objects, pest control, contamination