



Historische Fellsammlungen sind häufig mit Arsen und/oder Quecksilber belastet, die früher als Konservierungsmittel verwendet wurden.  
Foto: © Hwa Ja-Götz, Carola Radke, MfN

## Einschätzung der Gefährdung und Umgang mit biozidbelasteten Kulturgütern im musealen Umfeld

Elise Spiegel  
Katharina Deering

Ein Forschungsprojekt am Museum für Naturkunde Berlin

Offenkundig sind große Teile musealer Sammlungen, insbesondere bei einem Sammlungsschwerpunkt auf organischen Materialien, im Laufe der Zeit mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Gefahrstoffen behandelt worden. So kann sich auf den Objekten oder in den Sammlungsräumen eine bedenkliche Mischung befinden, welche für die Beschäftigten ein potenzielles Gesundheitsrisiko darstellt. Vermutlich sind ca. 80 Prozent der rund 6.400 deutschen Museen von dieser Problematik betroffen. Damit liegt die Anzahl der Beschäftigten, die mit potenziell kontaminierten Objekten in Kontakt kommen, im oberen fünfstelligen Bereich. Handlungsbedarf resultiert vor allem aus dem umfangreichen und vielfältigen Einsatz von zum Teil krebserzeugenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffen (CMR-Stoffe) wie Arsen, Quecksilber, DDT, PCP, Dieldrin etc.

In Museen, Depots, Archiven und Bibliotheken kommen die Mitarbeiter nicht direkt mit den Gefahrstoffen in Kontakt, sondern mit Objekten, die in der Vergangenheit mit Gefahrstoffen behandelt worden sind und daher als die eigentliche Quelle der Gefährdung gelten. Mittlerweile besteht in Fachkreisen ein spezifisches Problembewusstsein hinsichtlich einer möglichen Gesundheitsgefährdung durch diese kontaminierten Objekte.

### Woher kommen die Gefahrstoffe in kontaminierten Objekten?

Im 18. Jahrhundert begannen Naturwissenschaftler, Sammler, Entdecker und Kolonisten, Millionen von organischen Präparaten aus der ganzen Welt nach Europa zu schicken. Die damaligen Wissenschaftler hatten in Bezug auf die Konservierung der Sammlungsgegenstände ein spezifisches Problem: Feuchtigkeit und Hitze in den Forschungsgebieten und die oftmals langen Reisewege förderten die schnelle Zersetzung der Präparate durch Schadinsekten und Schimmelpilze. Historische Publikationen geben einen tiefen Einblick in die Haltbarmachung, Pflege und Handhabung von Sammlungsobjekten anhand einer breiten Palette von nach heutigem Wissen gesundheitsschädlichen Chemikalien.

### Welche Biozide wurden verwendet?

Seit 1830 galt Arsen, insbesondere die Arsenseife, als Standardkonservierungsmittel. Noch bis weit in das 20. Jahrhundert hinein wurden mangels adäquater Substitute Biozide mit

Additiven aus toxischen Metallen zur Konservierung von naturhistorischen Präparaten verwendet (primär Arsenseife und Quecksilbersublimat).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts jedoch machte die Entwicklung der industriellen chemischen Synthese organochlorhaltige Pestizide populärer. Die synthetisierten organischen Biozide ersetzten wegen ihrer kostengünstigen Herstellung, ihrer Effizienz gegen Schadinsekten und der damaligen Annahme einer geringen Toxizität gegenüber dem Menschen ab den 1930er Jahren die Konservierungsmittel mit Inhaltsstoffen aus toxischen Metallen. Der bekannteste Vertreter dieser Pestizide ist das DDT, welches in den 1970er Jahren traurigen Ruhm aufgrund seiner Umweltschädlichkeit erlangte. Andere viel verwendete organochlorhaltige Biozide waren Lindan, PCP sowie mono- und dichlorierte Naphthaline und Dichlorbenzole. Viele dieser Verbindungen sind seit den 1980er Jahren in der Europäischen Union aufgrund ihrer Giftigkeit für Mensch und Umwelt verboten, werden aber in anderen Staaten immer noch hergestellt.

### **Ist durch die früheren Behandlungen mit Bioziden von einer heutigen Belastung der Beschäftigten auszugehen?**

Die damalige Verwendung von Bioziden stellt für die Verantwortlichen sowie Beschäftigten in der Museumslandschaft heutzutage eine große Herausforderung dar. Biozide sind in der Regel chemische Verbindungen mit einer sehr hohen Persistenz und können daher unter stabilen klimatischen Bedingungen, Lichtausschluss und geringer Feuchtigkeit auch noch viele Jahrzehnte nach dem Einbringverfahren in den Objekten vorhanden sein. Durch die sogenannte Sekundärkontamination können zusätzlich der Staub, die Raumluft und andere, ursprünglich nicht behandelte Objekte potenziell gesundheitsschädliche Mengen an Gefahrstoffen aufweisen. Die Wirkstoffe gelangen über die Atemwege oder bei direktem Kontakt mit den kontaminierten Objekten über die Haut in den Körper, wenn keine oder nur ungeeignete Schutzmaßnahmen angewendet werden.

### **Besteht Handlungsbedarf beim Umgang mit kontaminierten Objekten?**

Als vorrangig betroffen gelten Sammlungen mit organischem Kulturgut, die über Jahrzehnte hinweg präventiv mit Bioziden behandelt wurden. Die verschiedenen Mischungen ergeben, hervorgerufen durch periodisch wiederkehrende Behandlungen in der Vergangenheit, eine Vielzahl an unterschiedlichen toxischen Kombinationen auf den Objekten. Eine Expositionsminimierung ist im Hinblick auf einen optimierten Personen- und Objektschutz unbedingt anzustreben.

### **Das Forschungsprojekt**

Das interdisziplinäre Pilotprojekt »Entwicklung geeigneter Empfehlungen zur Einschätzung der Gefährdung und zum Umgang mit biozidbelasteten Kulturgütern im musealen Umfeld« nahm diese Problematiken in den Fokus der Untersuchungen. Die Innenraumbelastung sollte dabei exemplarisch am Museum für Naturkunde Berlin (MfN) bestimmt werden, um die möglichen Aufnahmewege der Gefahrstoffe (sogenannte Expositionspfade) zu verstehen und somit die Risiken durch eine gesundheitsbedenkliche Aufnahme zu minimieren. Das aus Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte Forschungsprojekt wurde in Kooperation mit dem Institut und der Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin des Klinikums der Universität München, dem Museum für Naturkunde Berlin (MfN) und CARE FOR ART durchgeführt.\*

Als maßgeblich von potenziell schädigenden Gefahrstoffen betroffen gelten Sammlungen mit organischem Kulturgut.  
Foto: © Hwa Ja-Götz, Carola Radke, MfN



### **Gegenstand der Forschung**

Die weltweit bedeutende Sammlung des Museums für Naturkunde in Berlin umfasst mehr als 30 Mio. Objekte aus Zoologie, Paläontologie, Geologie und Mineralogie. Aus Unterlagen und Interviews geht hervor, dass ein Großteil der ca. 16 Mio. trocken aufbewahrten zoologischen Objekte mit Bioziden zum Schutz vor biologischen Schädlingen wie Insekten oder Pilze behandelt wurden.

### **Studiendesign**

Das Forschungsprojekt erfolgte in vier Schritten.

#### → Schritt 1: Ermittlung der Schadstoffe

In den nicht öffentlichen Sammlungs- und Arbeitsräumen des MfN wurde in einem ersten Schritt die Belastung der Objektoberflächen und Räume ermittelt. Unter Einsatz der zerstörungsfreien portablen Röntgenfluoreszenzanalyse (p-RFA) wurde der Kontaminationsgrad ausgewählter belasteter Objekte und Materialien bestimmt. Über die Auswertung des erhaltenen Datenmaterials ergab sich eine elementare Übersicht zum Status quo der Schadstoffbelastung der jeweiligen Objekte nach Anfangsverdacht. Auf dieser Grundlage entstand eine Strategie zu weiteren qualitativen und quantitativen Analysen, anhand derer anschließend 15 verschiedene Räume und Depots auf die Schadstoffbelastung von Staub, Raumluft und luftgetragenen Partikeln untersucht wurden.

Für die weiteren Analysen wurden Gefahrstoffe ausgewählt, die sowohl in relevanten Mengen am MfN vorhanden als auch im Umgebungsmonitoring und im Human-Biomonitoring nachweisbar sind: Arsen (As) und Quecksilber (Hg) als toxische Metalle sowie die Organochlor-Biozide Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT), Lindan ( $\gamma$ -HCH) und Pentachlorphenol (PCP) sowie deren Abbauprodukte.

#### → Schritt 2: Erfassung des Expositionspfades

Die arbeitsplatz- und tätigkeitsbedingten Faktoren der Exposition wurden dokumentiert, zusammengefasst und im Hinblick auf die jeweilige Arbeitsplatzsituation und die darin durchgeführten Tätigkeiten bewertet.

#### → Schritt 3: Analyse der Mitarbeiterbelastung

Mit einem Fragebogen wurde die Aufenthaltsdauer der in den Sammlungs- und Arbeitsräumen tätigen Mitarbeiter erfragt und durch ein Human-Biomonitoring die innere Belastung der exponierten Mitarbeiter ermittelt. Neben der Abgabe von Blut- und Urinproben füllten die Beschäftigten zusätzlich einen weiteren Fragebogen über gesundheitliche Probleme im Zusammenhang mit ihrer Tätigkeit aus. Die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet und eine Korrelation von äußerer und innerer Belastung untersucht.

#### → Schritt 4: Entwicklung eines Handlungsleitfadens

Abschließend wurden die im Rahmen des Projektvorhabens durchgeführten modellhaften Messungen (Umgebungs- und Human-Biomonitoring) zur Beurteilung der »realen« Exposition und Gefährdung der Mitarbeiter sowie die Ableitung geeigneter technischer, organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen für einen Handlungsleitfaden zum Umgang mit kontaminiertem Sammlungsgut im musealen Umfeld praxisorientiert aufbereitet und zusammengefasst.

### **Ergebnisse**

Die auf Grundlagen der erhobenen Daten und Systematik verfasste Handlungsanleitung umfasst die drei Komplexe »Gefahrstoffe in Museen und ihre Expositionswege«, »Gefährdungsbeurteilung im musealen Bereich« und »Ableitung von Schutzmaßnahmen«. Dabei werden insbesondere die Forderungen der aktuellen Gefahrstoffverordnung und der Technischen

Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 524 berücksichtigt, aber auch eine Vielzahl anderer Gesetze, Regeln und Vorgaben einbezogen, die im Zusammenhang mit Arbeiten in kontaminierten Bereichen auftauchen. Der Handlungsleitfaden bietet somit erstmalig eine gezielte Unterstützung für den musealen Bereich im Umgang mit kontaminierten Objekten/Sammlungen.

Die Ergebnisse aus dem Umgebungsmonitoring bestätigten eine frühere Verwendung von Arsen, Quecksilber und Lindan sowie dessen Abbauprodukt. Es zeigte sich, dass die Arbeit mit taxidermalen Objekten am MfN eine Ursache für eine Arsenexposition sein kann. In dem begleitenden Human-Biomonitoring an den Mitarbeitern des MfN konnte aber bisher keine arbeitsbedingte Erhöhung der analysierten Substanzen nachgewiesen werden.

Anhand des Forschungsprojekts als Pilotstudie konnte ein geprüfter und angepasster systematischer Vorgang erstellt werden, mit dem eine Beurteilung von Staub-, Raumluft- und Mitarbeiterbelastung in einem musealen Betrieb möglich ist. Da bei der Pilotstudie jedoch nur eine begrenzte Objekt- und Probandenzahl berücksichtigt werden konnte, sind keine allgemein übertragbaren Aussagen über die Beziehung zwischen Expositionsbedingungen und den Befunden aus dem Human-Biomonitoring möglich.

### Ausblick

Um die Beschäftigten an den musealen Einrichtungen und die Objekte in den Sammlungen gezielter und effektiver schützen zu können, wird eine breitere Datenbasis benötigt, welche eine Ableitung von Beurteilungswerten und Handlungsoptionen für den Umgang mit kontaminiertem Sammlungsgut ermöglichen könnte. Daher sind weitere Museen, Bibliotheken und Sammlungen eingeladen, die eine vermutete oder bekannte Belastung mit den oben genannten Bioziden haben und eine Teilnahme an einem Folgeprojekt begrüßen.

Unter der Annahme, dass weitere Forschungsmittel eingeworben werden können, werden ein umfangreiches Umgebungsmonitoring, die toxikologische Einschätzung der ermittelten Werte und, falls sich daraus entsprechende Werte ergeben, das Angebot für ein Human-Biomonitoring durch die medizinischen Kooperationspartner geboten. Alle Daten werden selbstverständlich nach den geltenden medizinethischen Richtlinien vertraulich behandelt. Eine Informationsveranstaltung ist in Kooperation mit der Landesstelle im Frühjahr 2019 geplant; Ort und Zeit werden noch mit dem Programm »MuseumsPraxis« bekannt gegeben.

Falls Interesse besteht, können gerne die Ansprechpartner kontaktiert werden:

Katharina Deering M. A.  
Klinikum der Universität München  
Institut und Poliklinik für Arbeits-,  
Sozial- und Umweltmedizin  
Telefon: 089/4400-55342  
katharina.deering@med.uni-muenchen.de

Dr. Elise Spiegel  
CARE FOR ART  
Ganzheitliche Schadstoffberatung für Museen,  
Sammlungen, Archive & Bibliotheken  
Telefon: 089/46088598  
e.spiegel@care-for-art.de

\* Katharina Deering, Dennis Nowak, Rudolf Schierl, Stephan Böse-O'Reilly, Mercè Garí (Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und

Umweltmedizin, Klinikum der Universität München), Elise Spiegel (CARE FOR ART, Grünwald), Christiane Quaisser (Museum für

Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung, Berlin)