

Information zum Umgang mit potenziell gesundheitsschädigenden Farbmitteln in historischen Bibliotheksbeständen (hier: arsenhaltige Pigmente)

Information from the Preservation Commission of the German Library Association (dbv) on the Handling of Potentially Harmful Colorants (here: arsenic-containing pigments) in Historic Library Holdings

dbv-Kommission Bestandserhaltung, Stand: 07.11.2024

Updated and extended version from November 7th, 2024

<https://doi.org/10.1515/bd-2025-0015>

Abstract: This position paper summarizes the current knowledge about arsenic-containing pigments in historic library holdings and provides recommendations for the handling of such documents based on risk assessment. A short history of arsenic-containing pigments and basic data on the daily uptake of arsenic through food, drinking water and air is followed by a comprehensive description of methods and measures for the detection of an external and/or internal workplace exposition to arsenic. Human Biomonitoring of arsenic or arsenic species in urine is considered essential for the detection of a potentially existing health risk whereas material analyses do not provide such information. Measures such as an efficient, regular, cleaning of rooms, bookshelves and objects to reduce dust and strict adherence to basic rules of hygiene, e.g. handwashing and an eating and drinking ban during use, will protect the historic library holdings as well as the users and allow, from a health protection aspect, a careful and responsible management of books involving arsenic-containing pigments.

Article Note: Dank gilt allen beratenden Autorinnen und Autoren der ersten Fassung der Handreichung [1]. An der vorliegenden zweiten Fassung waren beteiligt: Prof. Dr. Torsten Arndt (Bioscientia Ingelheim), Almuth Corbach (Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel), Stephanie Preuss (Deutsche Nationalbibliothek Leipzig/Frankfurt), Dr. Roland Suchenwirth (ehem. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt Hannover) und Dr. Michael Vogel (Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden).

Keywords: arsenic, human biomonitoring, library, pigment, risk assessment, conservation-restoration

Diese aktualisierte und erweiterte Fassung der Handreichung zum Umgang mit arsenhaltigem historischen Bibliotheksgut ersetzt die im Dezember 2023 erschienenen Informationen der Kommission Bestandserhaltung des dbv [1]. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist kein allgemeingültiger Leitfaden. Der Fokus liegt auf der Sicherheit der Bibliotheksmitarbeitenden und Benutzenden sowie der Zugänglichkeit des Schriftguts. Jede Einrichtung ist gehalten, auf Basis ihrer jeweiligen Bestände und deren Nutzungsszenarien eine individuelle Gefährdungsbeurteilung zu erstellen.

1 Begriffsbestimmungen

Farbe ist in dieser Handreichung die Bezeichnung für die farbgebende Substanz bestehend aus Farbmittel und Bindemittel sowie ggf. Zusatzstoffen.

Farbmittel ist der Oberbegriff für Farbstoffe und Pigmente.

Farbstoffe sind (wasser-)löslich und spielen im Zusammenhang mit arsenhaltigen Pigmenten im Allgemeinen keine Rolle.

Pigmente sind farbgebende natürliche oder synthetische Substanzen, die im Anwendungsmedium unlöslich sind. Sie müssen mit einem flüssigen Bindemittel vermischt werden, welches die Pigmentkörner untereinander verbindet und auf dem Untergrund fixiert. Auf dem Schriftträger von Büchern oder ihren Einbandmaterialien liegen Pigmentkörner deshalb gewöhnlich nicht einzeln auf, sondern sind von Bindemittel umhüllt. Dieser Verbund aus Pigmentkörnern und Bindemittel bildet den Farbauftrag.

Infolge von Alterung oder mechanischer Belastung können sich Farbpartikel dieses Auftrags durch Abrieb lösen oder abplatzen und sich z. B. im umliegenden Staub ansammeln.

2 Historischer Hintergrund

Natürliche anorganische Pigmente wurden schon in der Steinzeit verwendet, etwa in den berühmten Felsbildern der Höhle von Lascaux. Aus dem alten Ägypten sind Malereien in Grabkammern und auf Papyri überliefert, die das arsenhaltige gelbe Aurospigment enthalten, das im Zuge der Alterung häufig seine ursprüngliche Brill-

lanz verliert. *Auripigment* (As_2S_3), *Realgar* (*Rauschrot*, As_4S_4) und andere schwermetallhaltige Pigmente wie etwa der rote *Zinnober* (HgS) wurden seit dem frühen Mittelalter bis weit in das 19. Jahrhundert hinein in der Buchherstellung verwendet und zwar nicht nur in reiner Form, sondern auch gemischt mit anderen Farbmitteln [2].

Ende des 18. Jahrhunderts kamen im Vergleich zu den bis dahin verfügbaren grünen Farben leuchtendere und zudem lichtstabilere synthetische Pigmente auf, z. B. *Scheeles Grün* ($\text{Cu}_3(\text{AsO}_3)_2$) und später das *Schweinfurter Grün* ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$). Es handelt sich hierbei um Arsen-Kupfer-Verbindungen [3]. Durch Zusatzstoffe wie *Schwerspat* (BaSO_4), *Gips* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), *Chromgelb* (PbCrO_4) oder *Bleisulfat* (PbSO_4) ließen sich Farbabstufungen modulieren und durch mehrschichtige ggf. verschiedenfarbige Lasierungen deckten arsenhaltige Farben schon im frühen 19. Jh. die nahezu komplette Farbpalette ab. Eine breite Anwendung zeigt sich beispielsweise auch bei historischen Tapeten, Textilien und Gemälden. Arsenhaltige Farben wurden industriell im Tonnen-Maßstab hergestellt und unter vielen verschiedenen Handelsnamen vertrieben [2–5].

Als Nebenprodukt der Erzverhüttung fielen im sogenannten Rauchgas große Mengen von Diarsentrioxid (As_2O_3 , Synonym: Arsenik) an. Dieses abgeschiedene, meist weiße Pulver war dadurch leicht verfügbar und fand viele Anwendungen in der aufkommenden chemischen Industrie, u. a. auch als Ausgangsstoff für die Herstellung arsenhaltiger Pigmente. Zu den vielfältigen Verwendungen von Arsenik zählen bis heute noch jene als Medikament gegen die afrikanische Schlafkrankheit und eine spezielle Form der Leukämie, siehe [3]. Die bioziden Eigenschaften von Arsenik hat man sich bis etwa 1980 auch bei der Herstellung von Tierpräparaten zu Nutze gemacht, indem man z. B. Häute innen mit sog. Arsenikseife ausstrich und Felle und Federn mit Arsenikpräparaten puderte [3].

Obwohl Ärzte frühzeitig warnten und bereits im 19. Jahrhundert heftige öffentliche Diskussionen begannen, dass arsenhaltige Farbmittel oder deren Zersetzungsprodukte in oder aus Textilien und Tapeten toxisch seien, blieben die Produkte weiter in Gebrauch. Vielfach führte die übermäßige Verwendung zu schweren Gesundheitsschäden bis hin zu Todesfällen. Dennoch wurden die Farbmittel noch jahrzehntelang uneingeschränkt eingesetzt und sind in historischem Kulturgut nachweisbar [3–6].

Schwermetalle fanden in weiteren Farbmitteln Anwendung wie z. B. Blei in *Bleiweiß* ($(\text{PbCO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) und *Mennige* (Pb_3O_4), Cadmium in *Cadmiumgelb* (CdS), Blei und Chrom in *Chromgelb* (PbCrO_4), Kobalt in *Kobaltblau* ($\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ od. Co_2AlO_4) oder Quecksilber in *Zinnober* (HgS) [2]. Sie alle wurden auch zur farblichen Gestaltung von Bibliotheksgut genutzt, für Einbände, Buchschnitte, Vorsätze, Titel- und Signaturschilder, Marmorpapiere, Zeitschriftenumschläge sowie für gedruckte und handkolorierte Illustrationen. Darüber hinaus ist die Anwendung arsen- und

schwermetallhaltiger Substanzen auch als Biozide zur Behandlung von Einzelstücken (z. B. Herbarien) und ganzen Sammlungen dokumentiert [1].

Hieraus wird deutlich, dass die Frage des Umgangs mit potenziell gesundheits-schädigenden Farbstoffen an historischen Bibliotheksbeständen weder auf grüne Farbtöne beschränkt werden kann, noch auf Arsen als einziges toxikologisch relevantes Element.

Die vorliegende Handreichung beschränkt sich aus aktuellem Anlass dennoch auf arsenhaltige Farbstoffe und deren gesundheitliche Bewertung in historischen Bibliotheksbeständen. Da einige Arsenverbindungen nach dem Chemikalienrecht mit der Stoffeigenschaft *kanzerogen* gekennzeichnet sind [7], ergeben sich für den Arbeitsschutz besondere Vorsichtsmaßnahmen beim gezielten Umgang.

3 Arsen – ein natürlicher Bestandteil unserer Umwelt

Natürliche Arsen-Schwefel-Verbindungen wie die Mineralien/Pigmente *Auripigment* und *Realgar* können sich, je nach Rahmenbedingungen, bei ihrem Weg durch das Ökosystem etwa vom Boden über Nahrungsmittel bis hin in den Stoffwechsel des Menschen auch in ihren chemischen Bindungsformen verändern. Die schematische Gleichsetzung von Arsenik mit allen anderen arsenhaltigen Substanzen kann daher aus toxikologischer Sicht nur als Worst-Case-Betrachtung angesehen werden. Viele Arsenverbindungen kommen im Alltag vor, ohne durch entsprechende gesundheitsschädliche Auswirkungen besonders aufzufallen.

So nehmen Lebewesen täglich Arsen mit der Nahrung, dem Trinkwasser und der Atemluft auf. Hierfür sind natürliche und anthropogene Arsenquellen verantwortlich. Der Gehalt in von menschlicher Aktivität unbelasteten Böden beträgt im Mittel 5 mg/kg (<1 bis 100 mg/kg) [3]. Für Wohngebiete gilt ein Grenzwert von 50 mg/kg [8]. Nach einer aktuellen vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) durchgeführten Ernährungsstudie (MEAL-Studie) liegt die durchschnittliche orale Arsenaufnahme in Deutschland für einen Erwachsenen bei etwa 29 µg je Tag [9]. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung liegt für die löslichen Verbindungen aktuell bei 10 µg pro Liter Trinkwasser [10]. Aus einer empfohlenen Gesamtaufnahme von 2 Litern Wasser ergibt sich somit eine maximale Aufnahme von 20 µg Arsen pro Tag. Die durchschnittliche inhalative Aufnahme über die Atemluft liegt dagegen mit 12 bis 180 ng je Tag erheblich darunter [11].

4 Freisetzung und Aufnahme von Arsen in Bibliotheken

Freisetzung: In welchem Ausmaß Arsenverbindungen aus Farbmitteln bei der Nutzung von Bibliotheksgut freigesetzt und in den menschlichen Organismus aufgenommen werden können, hängt von vielfältigen Faktoren ab.

Bei der Verwendung des Farbmittels spielen die Eigenschaften des Bindemittels, welches die Pigmente umschließt, aber auch die Oberflächenbeschaffenheit und Saugfähigkeit des Untergrunds (Papier, Pergament, Einbandüberzugsmaterial) und die Ausführung des Farbauftrags eine Rolle. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Pigmente, des Bindemittels und die aus ihnen gebildeten Farbmittel haben zudem erheblichen Einfluss darauf, in welchem Umfang das darin enthaltene Arsen überhaupt in den menschlichen Organismus aufgenommen werden kann (sog. Bioverfügbarkeit).

Auch ist die Objektbiografie individuell: Hier spielen die (historischen) Aufbewahrungsbedingungen mit Raumklima, Biozideinsatz, Schutzverpackung und Magazinhygiene eine große Rolle, die sich unmittelbar und langfristig auf den Erhaltungszustand auswirken.

Nicht zuletzt ist der Umgang mit historischen Objekten sowie die Häufigkeit und Dauer ihrer Benutzung relevant. Schäden und Abnutzungsspuren sind meist vielfältig und könnten eine Freisetzung von Partikeln, z. B. in den Staub (im Innenraum als Hausstaub bezeichnet), beeinflussen. Hausstaub findet sich in allen geschlossenen Räumen – in Bibliotheken, Archiven und Museen vor allem in Magazinen, Arbeitsräumen oder Lesesälen.

Aufnahme: Zur Aufnahme von Arsen über Luft, Wasser oder Nahrungsmittel (s. o.) sowie zu den Belastungen bei der Tätigkeit in Industriebetrieben gibt es eine gute Datenlage. Hieraus lassen sich durchaus Schlüsse ziehen, die als Anhaltspunkte für die Frage nach der Gefährdung von Bibliotheksmitarbeitenden geeignet sind. Allerdings liegen noch keine speziellen Studien zur Frage vor, ob, wie und in welchem Ausmaß das Arsen aus arsenhaltigen Pigmenten und Farbpartikeln in den menschlichen Organismus aufgenommen wird.

Bei der für Pigmente typischen Partikelgröße von ca. 500 bis 2.000 nm und der Unlöslichkeit in Wasser ist insgesamt eine geringe dermale und inhalative Resorptionsrate zu erwarten. So gelten schon deutlich kleinere unlösliche Nanopartikel mit einem Durchmesser von 1 bis 2 nm als schlecht oder gar nicht „hautgängig“ [12]. Große Staubpartikel werden aus den oberen Atemwegen geschluckt, ggf. teilweise im Magen-Darm-Trakt resorbiert oder ausgeschieden [11]. Allein aufgrund der Unterschiede in den Partikelgrößen weisen Farbpartikel aus physikalischen und physiologischen Gründen wesentlich schlechtere Resorptionsraten auf, als die

eigentlichen Pigmentkörner – oder gar als bereits gelöste Arsenverbindungen, auf die sich die meisten toxikologischen Studien beziehen, siehe [11].

5 Erkenntnisgewinn über Arsen in Bibliotheksgut

5.1 Materialanalysen

Eine Identifikation arsenhaltiger Farbmittel in oder auf Büchern bzw. im Staub ist mit dem bloßen Auge nicht möglich. Auch die Nutzung von Farbvergleichskarten ist für diesen Zweck nicht geeignet. Verschiedene Analysetechniken wie die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), Wischtests mit kolorimetrischem Arsennachweis auf Teststreifen oder die Mikroskopie geben lediglich Auskunft darüber, ob arsenhaltige Verbindungen an einem Buch nachweisbar sind oder nicht. Dies sagt jedoch nichts über ihre Herkunft aus: Eine herstellungsbedingte Verwendung ist dabei ebenso möglich wie eine frühere Biozidbehandlung oder eine Übertragung von Nachbarbänden.

Beim handwerklichen Farbauftrag sind Homogenitätsunterschiede zwischen den Exemplaren sowie auch innerhalb einer Fläche nicht auszuschließen, z. B. auf dem Einbandüberzug, Farbschnitt oder auf einer Buchseite. Dies hat zur Folge, dass sich selbst mit mehreren Messpunkten pro Fläche nur sehr eingeschränkt repräsentative Aussagen für ein ganzes Buch treffen lassen. Nicht zuletzt geben die Messungen keine Auskunft darüber, wie gut das Pigment im Bindemittel gebunden bzw. auf dem Trägermaterial fixiert ist. Folglich lässt sich durch Materialuntersuchungen historischen Schriftguts auch nicht feststellen, ob bzw. wieviel ggf. arsenbelastete Pigmentpartikel – allein oder umhüllt im Bindemittel – bei einer Benutzung freigesetzt werden.

Eine Materialanalyse sollte grundsätzlich nur durch geschultes Fachpersonal erfolgen, da Durchführung und Auswertung der Ergebnisse spezialisierte Fachkenntnisse voraussetzen. Jede Einrichtung muss unter Beachtung von Kosten und Nutzen individuell abwägen, mit welchem Ziel Untersuchungen einzelner Bücher oder größerer Bestände als sinnvoll erachtet werden. Festzuhalten ist, dass sich konkrete Arbeitsschutzmaßnahmen aus den Ergebnissen von Materialuntersuchungen in der Regel nicht ableiten lassen.

5.2 Arbeitsmedizinische Untersuchungen

Arbeitsmedizinische Untersuchungen beziehen sich auf die sog. *äußere* Exposition, die z. B. durch Raumluftmessungen beurteilt werden und auf die *innere* Exposition, welche durch Urin- und/oder Blutanalysen erfasst werden kann. Die hierfür eingesetzten Analyseverfahren sowie die medizinisch-toxikologische Bewertung der Analyseergebnisse erfordern ein hohes Maß an Richtigkeit und Präzision. Dies hat zu speziellen Vorgaben und Regelwerken im Arbeitsschutz geführt [13–16]. Nachfolgend seien einige wesentliche Aspekte aus diesen Quellen zusammengefasst.

Äußere Exposition – Staub, Feinstaub oder Luft

In der Arbeitsmedizin bewährte Vorgehensweisen untersuchen wegen der im Abschnitt 5.1 genannten Einschränkungen in der Regel nicht einzelne Werkstücke, wenn deren Belastung wahrscheinlich ist, sondern die für die Menschen relevanten Belastungen in Räumen (zeitlich und räumlich integriert im Staub) oder speziell in der Luft (Feinstaub oder gasförmige Stoffe). Bezogen auf Bibliotheksgut wird dabei der größte Anteil der Farbpartikel – und damit des Arsens – schon aufgrund ihrer Größe im (Grob-)Staub zu finden sein. Zwingend ist aber auch hier erforderlich, die Arsen-Hintergrundkonzentration aus in der Umwelt vorkommenden Stoffen zu bestimmen und diese von den Messwerten in den „verdächtigen“ Räumen abzuziehen [17, 18].

Für Staubmessungen und die Unterscheidung zwischen Grobstaub, einatembarem bzw. alveolengängigem Feinstaub gibt es im Arbeitsschutz jahrzehntelange Erfahrungen und Vorgaben bis hin zu Grenzwerten (z. B. Akzeptanz- bzw. Toleranzwert für Arsen). Standardisierte und qualitätsgesicherte Raumluftmessungen und je nach Fragestellung (mit erheblich höherem Aufwand) sogar personengebundene Messungen sind möglich. Die Literatur zum Arbeitsschutz gibt darüber detailliert Auskunft und auch eine Übersicht (aus dem Kreis der Innenraumkommission des Umweltbundesamtes) zur Bedeutung von Hausstaub, Altstaub oder Frischstaub für die Bewertung der Innenraumluft [19].

Innere Exposition – Urin

Qualitätsgesicherte Verfahren für die Analyse von Urin oder Blut im Rahmen eines Human-Biomonitorings (HBM) sind nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) vorgesehen [13] und für die Beurteilung der inneren Belas-

tung der Mitarbeitenden am aussagestärksten, wenn eine *relevante* Exposition gegenüber Arsen zu vermuten ist (§ 6 ArbMedVV). Ein HBM ist dann anzubieten bzw. mit der oder dem Beschäftigten zu erläutern.

Ein Human-Biomonitoring gilt als „Goldstandard“ zur Erfassung der individuellen Exposition. Die Untersuchung kann einmalig oder im Falle von Auffälligkeiten im Zeitverlauf an Einzelpersonen oder auf Gruppenbasis durchgeführt werden. Im Fall einer vermuteten Arsenexposition sollte bevorzugt die Arsenausscheidung im Urin gemessen werden. Sie reflektiert die innere Exposition gegenüber Arsen, über alle drei möglichen Expositionswege (Mund, Haut, Lunge) und unter den jeweils konkreten Arbeits- und Lebensbedingungen. Analysen von einzelnen Büchern oder ganzen Beständen geben dagegen keine Auskunft über die Aufnahme bzw. die Belastungen von Mitarbeitenden oder Nutzenden. Zum genauen Vorgehen gibt es Vorgaben in den Regeln des Arbeitsschutzes, siehe z. B. [13–17] sowie von der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes [20].

Probennahme / Präanalytik: Die zu untersuchenden Personen müssen im Vorfeld der Urinabgabe eine mindestens 2-tägige Nahrungskarenz bezüglich Fisch (insbesondere Seefisch), Meeresfrüchten, Algen sowie Reisprodukten einhalten. Es besteht sonst eine hohe Wahrscheinlichkeit für ernährungsbedingt hohe Arsenausscheidungen [20, 21], die aber weder gesundheitlich relevant sind, noch zur Klärung der eigentlichen Fragen beitragen. Es wird unbedingt empfohlen, diese diätetische Beschränkung zugunsten eines deutlich höheren Erkenntnisgewinns insbesondere bei Einsatz einer Speziationsanalytik (s. u.) zur Detektion des aus Seefisch stammenden Arsenobetains einzuhalten.

Analytik: Das Arsen-Biomonitoring kann über zwei unterschiedlich aufwendige Wege erfolgen: Die Bestimmung des *Gesamtarsens* (sog. Screening) oder die Differenzierung von fünf quantitativ wichtigen Arsenverbindungen durch eine sog. *Speziationsanalyse* im Urin. Als Gesamtarsen werden alle im Urin ausgeschiedenen organischen und anorganischen Arsenverbindungen summarisch analysiert. Die Arsenspeziation differenziert dagegen zwischen den stärker toxischen anorganischen und einigen als weniger oder nicht toxisch geltenden organischen Arsenverbindungen: Monomethylarsonsäure (MMA), Dimethylarsinsäure (DMA) und Arsenobetain. Diese Methode ist daher für die genauere Zusammenhangsbetrachtung relevant, da auch arbeitsmedizinische Beurteilungswerte dafür vorliegen. Zu Details und zu den verschiedenen Analysetechniken siehe [11].

Beurteilung: Die *Gesamt-Arsen-Ausscheidung* im Urin ermöglicht eine Aussage, ob die untersuchte Person im Vergleich zu einer Kontrollgruppe einer erhöhten Arsenexposition ausgesetzt war. Das Umweltbundesamt schlägt einen Referenzwert für die Allgemeinbevölkerung von 15 µg/L vor [20]. Ein erhöhter Messwert bedeutet nicht per se eine Gesundheitsgefahr. Er kann im einfachsten Fall auf einem stark konzentrierten Urin basieren, z. B. durch eine geringe Flüssigkeitsaufnahme

während des Arbeitstages. Insbesondere für Verlaufskontrollen ist deshalb die Berechnung des Arsen-/Kreatinin-Quotienten sinnvoll [21].

Die etwas aufwändigere Methode der *Arsen-Speziation* ermöglicht gegenüber der Bestimmung des Gesamtarsens eine spezifische Betrachtungsweise, indem einige relevante anorganische und organische Arsenverbindungen (Arsenspezies) analytisch aufgetrennt und quantifiziert werden [11]. Dadurch sind Aussagen möglich, ob in der Urinprobe Abweichungen bei den jeweiligen Konzentrationen dieser Substanzen und/oder in deren Ausscheidungsmuster im Vergleich zu einer Kontrollgruppe vorliegen [21]. Für einige Arsenspezies im Urin wurden sog. Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte (BAR) festgelegt. Außerdem wurde ein sog. Biologischer Leitwert (BLW) für Arsen im Urin definiert [7].

Da die Bewertung arbeitsmedizinischer Untersuchungsergebnisse eine originär ärztliche Aufgabe ist und der Auftraggeber (Bibliothek) aus Datenschutzgründen gewöhnlich keine patientenbezogenen Untersuchungsergebnisse erhält, wird zu Details der (arbeits-)medizinischen und toxikologischen Interpretation von Arsenbefunden auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen [13–16, 20, 21].

6 Gefährdungsbeurteilung

Ziel und Resultat der arbeitsmedizinischen Untersuchungen ist die Beurteilung der gesundheitlichen Relevanz für die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung durch die Bibliothek als Arbeitgeber. Gesetzliche Grundlagen zur Prävention bzw. für den Umgang mit arsenbelasteten Beständen sind das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), die Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV), die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV), die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 561 „*Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen*“ [22] und die TRGS 910 „*Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen*“ [17].

Die Vielfalt der Arbeitsplätze und Tätigkeiten in Bibliotheken lässt eine allgemeingültige Gefährdungsbeurteilung nicht zu. Vielmehr muss eine Gefährdungsbeurteilung die individuellen Gegebenheiten vor Ort berücksichtigen: Zum Beispiel in welcher Form die Pigmente auf den Objekten vorliegen, also ob sie pudrig oder fest mit dem Untergrund verbunden sind oder ob eine intakte Bindemittelschicht die Pigmente vollständig abdeckt. Untersuchungsergebnisse und Vorgaben aus dem Museumsbereich für Textilien oder naturkundliche Objekte (Felle, Federn usw.) sind nicht direkt auf Bibliotheksgut übertragbar, da hier andere Arsenverbindungen (insbesondere Arsenik) und andere Mengen eingesetzt wurden, siehe zum Beispiel [23].

Bei Büchern kommt es durch Benutzung und Handhabung (u. a. Ausheben, Reponieren, Transporte, Leihverkehr, Digitalisierung, buchbinderische Maßnahmen oder Konservierung/Restaurierung) zu mechanischen Belastungen, die die Bindung der Farbmittel verändern können. In gleicher Weise sind Faktoren wie Aufbewahrungsbedingungen (Raumklima, Schutzverpackung, früherer Biozideinsatz usw.), gebäude- bzw. raumtechnische Bedingungen (Fensterlüftung, Teil-, Vollklimaanlage, Filterstufen, Außenluftanteil, Luftwechselrate), Häufigkeit der Benutzung und Benutzungsorte (Magazine, Servicetheken, Lesesaal, Restaurierungswerkstatt, Digitalisierungszentrum etc.) mit den zugehörigen Tätigkeiten zu bewerten. Die Betrachtung in Bezug auf die Gefährdungsbeurteilung kann daher vor allem bei umfangreichen Beständen nur summarisch bzw. kategorisierend erfolgen.

Als Grundlage von konkreten Gefährdungsbeurteilungen bietet sich zur orientierenden summarischen Betrachtung einer möglichen Freisetzung von Farbmitteln die Messung und Bewertung von frischem Hausstaub in den zu betrachtenden Räumen an. Sofern sich darüber hinaus Fragen zu einer möglichen Arsenaufnahme z. B. durch das Bibliothekspersonal stellen, können bewährte Verfahren der Arbeitsmedizin wie das oben vorgestellte Human-Biomonitoring auf Arsen herangezogen werden.

Schließlich sind schon bestehende Arbeitsschutzvorgaben und -maßnahmen wie eine regelmäßige Reinigung der Bestände, die üblichen Hygienemaßnahmen der Bibliothek (u. a. auch Reinigungspläne, Sonderreinigungen) sowie das Arbeiten unter Absaugeinrichtungen oder das Tragen von Handschuhen zu dokumentieren.

7 Empfehlungen

Objekte mit arsen- oder schwermetallhaltigen Farbmitteln sind in allen Bibliotheken mit historischen Beständen vorhanden. Sie finden sich nicht nur in großer Anzahl in den Magazinen, sondern sind ohne Unterschied in viele bibliothekarische Geschäftsgänge und auch in die öffentliche Nutzung eingebunden. Häufig gehören sie zu kostbaren Sonderbeständen, werden in Ausstellungen präsentiert oder in Sonderleseräumen benutzt. Mitunter handelt es sich um äußerst seltene und sehr wertvolle Stücke (intrinsischer Wert, kulturhistorische Bedeutung, Sachwert). Grundsätzlich werden sie in Digitalisierungs- und Erschließungsprojekte einbezogen, sie werden bei Bedarf konservatorisch bearbeitet oder restauriert und können mit Schutzbehältnissen versehen werden. Mögliche Berührungspunkte zwischen Menschen und solchen Objekten sind somit in vielfältiger Form und Intensität möglich.

Aus diesen Gründen sollte grundsätzlich ein verantwortungsvoller und bedachter Umgang mit historischem Bibliotheksgut im Vordergrund stehen. So werden

Nutzende und Bibliotheksgut gleichermaßen vor Gefährdung oder Beschädigung geschützt. Entsprechende Benutzungshinweise können z. B. auf einer Einlegefahne vermittelt werden.

1. Bibliotheksmitarbeitende wie Benutzende und Dienstleister sind im Umgang mit historischen Objekten dafür zu sensibilisieren, dass diese einer besonderen Aufmerksamkeit und eines sorgsamem und pfleglichen Umgangs bedürfen. Dies ist bereits ein wesentlicher Aspekt des Selbstschutzes.
2. Im Allgemeinen ist in Bibliotheken mit historischen Buchbeständen immer mit einer Grundbelastung durch Stäube, Mikroorganismen und Schadstoffe zu rechnen. Jedes Buch kann Träger von Schadstoffen sein. Ein Ausschluss jeglicher Belastung (wie auch im Alltag, z. B. Nahrung) kann entsprechend nicht garantiert werden. Deshalb sind beim Umgang – auch mit potenziell arsenbelasteten Büchern – vor allem grundlegende Hygiene- bzw. Arbeitsschutzmaßnahmen zu beachten.
3. Sofern arsenhaltige Pigmente freigesetzt werden, erfolgt eine Aufnahme am ehesten über den Hausstaub. Daher ist die Minimierung einer Staubfreisetzung bzw. dessen Aufnahme durch bewusste Arbeitshygiene von größter Bedeutung. Eine angemessene Reinigung ist unter fachkundiger Anleitung einfach umsetzbar. Zu bevorzugen ist eine nebelfeuchte Reinigung der Räume oder die Verwendung von Sicherheitssaugern der Staubklasse „H“ (high hazard).
4. Das Waschen der Hände vor und nach Benutzung oder Bearbeitung sowie bei Pausen ist ebenso wichtig wie eine regelmäßige und gründliche Reinigung von Oberflächen. Dies dient sowohl dem Schutz des Objektes als auch dem eigenen Schutz.
5. Im Lesesaal bzw. in den Lesebereichen sowie bei jeglicher Bearbeitung durch Mitarbeitende ist die Nahrungsaufnahme ebenso wie das Befeuchten der Finger zum Umblättern generell untersagt. Dies ist aus Gründen der Hygiene und Bestandserhaltung geboten.
6. Grundsätzlich ist beim Arbeiten mit Beständen darauf zu achten, dass keine Kontamination über die Schleimhäute erfolgt (z. B. durch Berühren des Gesichts). Die Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung (PSA) kann bei staubenden Arbeiten erforderlich sein. Je nachdem können etwa Handschuhe, Mundschutz, Ärmelschoner oder Kittel sinnvoll sein. Dies hängt u. a. von der Art der am Bestand auszuführenden Arbeiten sowie der möglichen Exposition ab – und kann auf Grundlage der Gefährdungsbeurteilung durch Fachleute entschieden werden (s. o.). Bei den Schutzmaßnahmen sind auch die Expositionsdauer und der Arbeitsumfang zu berücksichtigen, d. h. ob es sich um die Bearbeitung von Einzelobjekten, um geringe Mengen oder größere Bestände handelt.
7. Dienstleister sind grundsätzlich für den Umgang mit historischem Bibliotheksgut zu sensibilisieren und auf eine potenzielle Belastung hinzuweisen, damit

diese für sich und ihre Mitarbeitenden bedarfsgerecht und auf ihre Tätigkeit (z. B. Medienumzug, Magazinreinigung, Restaurierung) bezogene Gefährdungsbeurteilungen erstellen und erforderliche Schutzmaßnahmen vorsehen können.

8. Ob eine Umlagerung und Separierung von potenziell betroffenen Bänden oder ganzen Bestandsgruppen sinnvoll sind, ist eine individuelle Entscheidung jeder Einrichtung. Dabei ist zu bedenken, dass dadurch eine Mobilisierung und Akkumulation von Schadstoffen erzeugt werden kann. Auch hier gilt es, Aufwand, Nutzen und potenzielles Risiko gegeneinander abzuwägen.
9. Durch geeignete individuelle Schutzbehältnisse können Objekte geschützt (Staub, Klima, Transport ...) und zugleich die Übertragung möglicherweise gelöster Partikel auf nebeneinanderstehende Objekte vermieden werden. Gleichzeitig signalisiert eine Verpackung einen besonders umsichtigen Umgang mit dem darin aufbewahrten Objekt.
Zur Verpackung eignen sich vor allem (Schutz-)Umschläge, Mappen oder Kassetten aus alterungsbeständigen Materialien. Aus konservatorischer Sicht ist das Verpacken in Folie oder geschlossene Beutel aus Polyethylen nicht ratsam, da dadurch neben einer Konzentration von Abbauprodukten nicht nur ein Mikroklima innerhalb der Verpackung erzeugt, sondern auch Farbstoffe durch elektrostatische Aufladung weiter gelöst werden können.
10. Durch die Anpassung von Ausleihgrenzen, die Steuerung der Präsenz- oder Lesesaalnutzung können die Benutzungsformen und -orte für historische Objekte gezielt gesteuert werden, um den notwendigen Selbst- und Arbeitsschutz zu gewährleisten.

Die größte Aufmerksamkeit soll aber im Hinblick auf die aktuelle Thematik auf regelmäßiges und qualitätsgesichertes Entfernen von Stäuben (Reinigung) in Bibliotheksräumen und auf Büchern gerichtet werden.

Durch eine den historischen Objekten angemessenen Sorgfalt bei den auszuführenden Arbeiten bzw. der Art der Benutzung, kann bei Einhaltung der beschriebenen Hygiene-, Schutz- und Reinigungsmaßnahmen ein *mögliches* Gefährdungspotenzial in einer konkreten Gefährdungsanalyse auf ein „geringes Gefährdungspotential“ gesenkt oder sogar ausgeschlossen werden. Dies kann ggf. durch ein Human-Biomonitoring bestätigt werden (s. 5.2).

Diese scheinbar trivialen Maßnahmen – insbesondere Sauberkeit und Hygiene – leisten den größten Beitrag zum Schutz des Personals und der Nutzerinnen und Nutzer.

Somit steht einer bedachten und verantwortungsvollen Benutzung historischer Bestände aus Gründen des Gesundheitsschutzes nichts entgegen.

8 Literatur

- [1] dbv-Kommission Bestandserhaltung: Information zum Umgang mit potenziell gesundheits-schädigenden Pigmentbestandteilen an historischen Bibliotheksbeständen (hier: arsenhaltige Pigmente). Stand: Dezember 2023, https://www.bibliotheksverband.de/sites/default/files/2024-01/ArsenHandreichung2023-12-08_1.pdf [Zugriff: 05.11.2024].
- [2] Muntwyler, S.; Lipscher, J.; Schneider, H. (Hrsg.): Das Farbenbuch. Elsau 2022.
- [3] Arndt, T.; Stemmerich, K.: Arsen – Vom Fliegenteller zur Arseniksuppe – Teil 1. In: Toxichem Krimtech 90.2 (2023), S. 87–109, https://www.researchgate.net/publication/370473046_Arsen_-_Vom_Fliegenteller_zur_Arsenik-Suppe_-Teil_1#fullTextFileContent [Zugriff: 05.11.2024].
- [4] Hawksley, L.: Gefährlich schön. Giftige Tapeten im 19. Jahrhundert. Hildesheim 2018.
- [5] Werner, S.; Nies, E.; Peters, S.; Pitzke, K.; Hitz, J. et al.: Arsenhaltige Farben am Kulturerbe: Schweinfurter Grün in historischer Wandgestaltung. In: Arbeitsplatzbelastung 79.3 (2019), S. 57–66, https://www.dguv.de/medien/ifa/de/pub/grl/pdf/2019_017.pdf [Zugriff: 05.11.2024].
- [6] James, C. W.: The Arsenic Century: How Victorian Britain Was Poisoned at Home, Work and Play. Oxford 2010.
- [7] Deutsche Forschungsgemeinschaft: MAK- und BAT-Werte-Liste 2024 – Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Mitteilung 60 der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Düsseldorf 2024, https://series.publisso.de/sites/default/files/documents/series/mak/Imbv/Vol2024/Iss1/Doc001/mbw_2024_deu.pdf [Zugriff: 05.11.2024].
- [8] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17. März 1998 und die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16. Juli 2021, https://www.gesetze-im-internet.de/bbodschr_2023/BBodSchV.pdf [Zugriff: 05.11.2024].
- [9] Hackethal, C.; Pabel, U.; Jung, C.; Schwerdtle, T.; Lindtner, O.: Chronic dietary exposure to total arsenic, inorganic arsenic and water-soluble organic arsenic species based on results of the first German total diet study. In: Science of the Total Environment 859 (2023), 160261, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160261>.
- [10] Zweite Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2023 Teil I Nr. 159, ausgegeben zu Bonn am 23. Juni 2023, S. 50, <https://www.recht.bund.de/eli/bund/bgbl-1/2023/159> [Zugriff: 05.11.2024].
- [11] Arndt, T.; Stemmerich, K.: Arsen – Vom Fliegenteller zur Arseniksuppe – Teil 2. In: Toxichem Krimtech 90.3 (2023), S. 381–400, https://www.researchgate.net/publication/373900318_Arsen_-_Vom_Fliegenteller_zur_Arsenik-Suppe_-Teil_2_zuletzt_eingesehen_am_05.11.2024.
- [12] Surber, C.; Plautz, J.; Osterwalder, U.: Nano ist groß! In: Hautarzt 73 (2022), S. 266–274, <https://doi.org/10.1007/s00105-022-04954-1>.
- [13] Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) 2019, https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/a453-arbeitsmedizinischen-vorsorge.pdf?__blob=publicationFile&v=2 [Zugriff: 05.11.2024].
- [14] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA): Bekanntmachung von Arbeitsmedizinischen Regeln hier: AMR 6.2 Biomonitoring – Bek. d. BMAS v. 02.12.2013 – IIIb1-36628-15/1 bekannt gemacht in Bekanntgemacht in: GMBL Nr. 5, 24. Februar 2014, S. 91, https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/AMR/AMR-6-2_zuletzt [Zugriff: 05.11.2024].
- [15] Drexler, H.; Göen, T.; Schaller, K.-H.: Biologischer Arbeitsstoff-Toleranzwert (BAT-WERT) – Ein Paradigmenwechsel von der Einzelwertbetrachtung zum Mittelwertkonzept. In: The MAK

- collection for occupational health and safety. Begründungen und Methoden. Köln und Weinheim 2011, S. 59–64, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/3527600418.bbgeneral09d0017>.
- [16] Ochsmann, E.; Göen, T.; Michalke, B.; Weistenhöfer, W.; Klotz, K. et al.: Addendum zu Arsen und anorganische Arsenverbindungen (mit Ausnahme von Arsenwasserstoff). In: The MAK collection for occupational health and safety. Begründungen und Methoden. Köln und Weinheim 2016, S. 2065–2074, https://series.publisso.de/sites/default/files/documents/series/mak/dam/Vol2023/Iss2/Doc040/bb744038d8_2ad.pdf [Zugriff: 05.11.2024].
- [17] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA): TRGS 910 Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen. Zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2024, S. 786 [Nr. 37] (v. 10.10.2024), <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/TRGS-910.html> [Zugriff: 05.11.2024].
- [18] Arndt, T.; Stemmerich, K.: Zur Bedeutung der Hintergrundbelastung bei toxikologischen Untersuchungen an historischem Schriftgut. In: Bibliotheksdienst 58.5 (2024), S. 248–258, <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/bd-2024-0041/html>.
- [19] Hurraß, J.; Salthammer, T.; Heinzow, B.; Birmili, W.; Butte, W. et al.: Nutzen und Grenzen von Hausstaubuntersuchungen in Innenräumen. In: Gefahrstoffe 80.4 (2020), S. 135–141, <http://dx.doi.org/10.37544/0949-8036-2020-04-29>.
- [20] Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes: Stoffmonographie Arsen – Referenzwert für Urin. In: Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 46 (2003), S. 1098–1106, <https://doi.org/10.1007/s00103-003-0710-6>.
- [21] Arndt, T.; Stemmerich, K.: Arsen – Vom Fliegenteller zur Arseniksuppe – Teil 3. In: Toxichem Krimtech 91.1 (2024), S. 3–24, https://www.researchgate.net/publication/377064958_Arsen_Vom_Fliegenteller_zur_Arsenik-Suppe_-Teil_3#fullTextFileContent [Zugriff: 05.11.2024].
- [22] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA): TRGS 561 Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen. TRGS 561 (Fassung 14.06.2021) GMBI 2017, S. 786–812 v. 17.10.2017 [Nr. 43], https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/TRGS-561.pdf?__blob=publicationFile&v=5 [Zugriff: 05.11.2024].
- [23] Spiegel, E.; Deering, K.; Quaisser, C.; Böhm, S.; Nowak, D. et al.: Handreichung zum Umgang mit kontaminiertem Sammlungsgut. München 2019.