Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum

Ein praxisorientiertes Konzept zur expositionsbezogenen Bewertung und Ableitung von Schutzmaßnahmen

Carmen Kroczek, Jörg Thumulla, anbus analytik GmbH, Fürth

Zusammenfassung

Die Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit gefahrstoffbelasteten Sammlungsgütern in Museen und Depots stellt eine besondere Herausforderung dar. Während in den vergangenen Jahrzehnten Gefahrstoffe primär als Gefahr für die Kulturgüter betrachtet wurden, rückt zunehmend der Schutz der Mitarbeitenden in den Fokus. Gefahrstoffe können sowohl aus der ursprünglichen Herstellung der Kulturgüter stammen (z. B. Schweinfurter Grün, Quecksilbernitrat bei der Hutherstellung) als auch nachträglich zur Konservierung eingebracht worden sein (Sublimat, chlororganische Biozide, Arsensalze).

Ein zentrales Problem bei der Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen ist die fehlende einheitliche Bewertungssystematik, insbesondere für Liegestäube. Während für die Raumluftqualität an Arbeitsplätzen klare Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) existieren, fehlen für Gefahrstoffkonzentrationen in Liegestäuben und auf Oberflächen vergleichbare normative Vorgaben. Die Bewertung erfolgt daher häufig nur anhand von Referenzwerten wie den AGÖF-Orientierungswerten, ohne dass eine direkte Verknüpfung zur inhalativen Exposition der Beschäftigten hergestellt wird.

Dieser Beitrag stellt ein systematisches Konzept zur tätigkeits- und expositionsbezogenen Gefährdungsbeurteilung vor, das speziell für die Anforderungen in Museen und Depots entwickelt wurde. Das Konzept umfasst die Ableitung stoffspezifischer Schwellenwerte für Liegestäube unter Berücksichtigung der Freisetzung bei typischen Tätigkeiten, ein dreistufiges Gefährdungsklassensystem sowie die tätigkeitsbezogene Zuordnung geeigneter Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip.

Schlüsselwörter: Gefährdungsbeurteilung, Museen, Depots, Kulturgüter, Gefahrstoffe, Liegestäube, stoffspezifische Beurteilungsmaßstäbe, Schwermetalle

Abstract

The risk assessment for activities involving hazardous substances in museum and their storage facilities presents a particular challenge. While in past decades hazardous substances were primarily viewed as a threat to cultural assets, the protection of employees is increasingly coming into focus. Hazardous substances can originate from the original production of cultural assets (e.g. Paris green, mercury

Kroczek, Carmen; Thumulla, Jörg (2026): Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum. Ein praxisorientiertes Konzept zur expositionsbezogenen Bewertung und Ableitung von Schutzmaßnahmen. Beitrag zum 14. Fachkongress 2026, Bremen, 25.09.2026. Hrsg. AGÖF. https://www.agoef.de/veranstaltungen/fachkongresse/14-fachkongress-2026/gefaehrdungsbeurteilung-im-fokus-umgang-mit-gefahrstoffen-im-museum C. Kroczek, J. Thumulla: Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum, Beitrag zum 14. AGÖF-Fachkongress am 24. und 25. September 2026 in Bremen

nitrate in hat making) or be introduced subsequently for conservation purposes (sublimate, organochlorine biocides, arsenic salts). A key problem in conducting risk assessments is the lack of a standardized evaluation system, particularly for dust. While clear occupational exposure limits (OELs) exist for indoor air quality in workplaces, comparable normative guidelines are lacking for hazardous substance concentrations in dust and on surfaces. Therefore, assessments are often based solely on reference values such as the AGÖF guideline values, without establishing a direct link to the inhalation exposure of employees. This article presents a systematic concept for activity- and exposure-related hazard assessment, specifically developed for the requirements of museums and their storage facilities. The concept includes the derivation of substance-specific threshold values for dust accumulation, taking into account releases during typical activities, a three-tiered hazard classification system, and the activity-related assignment of appropriate protective measures according to the STOP principle. Keywords: Hazard assessment, museums, storage facilities of museums, cultural assets, hazardous substances, dust accumulation, substance-specific assessment criteria, heavy metals.

1. Einleitung

Museen, Depots und Archive sind in besonderer Weise von historisch gewachsenen Gefahrstoffbelastungen betroffen. Zahlreiche Sammlungsgüter wurden im 19. und 20. Jahrhundert mit Bioziden und Konservierungsmitteln behandelt, die nach heutigem Kenntnisstand als gesundheitsschädlich, krebserzeugend oder reproduktionstoxisch eingestuft werden. Hierzu zählen unter anderem arsen-, blei- und quecksilberhaltige Präparate zur Schädlingsprävention an naturkundlichen Objekten, chlororganische Holzschutzmittel wie Pentachlorphenol (PCP), Lindan oder DDT sowie schwermetallhaltige Anstriche und Legierungen. Diese Stoffe liegen in Depoträumen häufig nicht in der Raumluft, sondern gebunden in Liegestäuben, auf Oberflächen und in den Objekten selbst vor und werden erst durch mechanische Einwirkung – etwa bei Räum-, Reinigungs- oder Umlagerungsarbeiten – freigesetzt.

Für Beschäftigte, die in Depots und Ausstellungsbereichen tätig sind, insbesondere Restauratorinnen und Restauratoren, Sammlungsverwalterinnen und -verwalter sowie Handwerkerinnen und Handwerker bei Umbau- oder Räumarbeiten, ergibt sich hieraus eine potenzielle Gefährdung, die im Rahmen der arbeitsschutzrechtlich vorgeschriebenen Gefährdungsbeurteilung zu erfassen und zu bewerten ist. Die praktische Umsetzung dieser Verpflichtung stößt jedoch auf ein grundsätzliches methodisches Problem: Während für die Luft am Arbeitsplatz mit den Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) nach TRGS 900, den Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen nach TRGS 910 sowie den Innenraumrichtwerten des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR) etablierte und rechtlich verankerte Beurteilungsmaßstäbe vorliegen, fehlen für die Bewertung von Liegestäuben und Oberflächenkontaminationen bislang vergleichbare, allgemein anerkannte Grenzwerte.

1.1 Rechtliche Anforderungen und ihre Umsetzungsproblematik

Nach § 6 der Gefahrstoffverordnung ist der Arbeitgeber verpflichtet, für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Diese muss Art, Ausmaß und Dauer der inhalativen, dermalen und oralen Exposition ermitteln und bewerten. Auf dieser Grundlage sind geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen und die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu überprüfen.

In der Praxis erweist sich die Umsetzung dieser Anforderungen für Museen als besonders komplex:

- Die Sammlungen sind äußerst heterogen – von naturkundlichen Präparaten über Textilien bis zu ethnologischen Objekten.
- Die Gefahrstoffbelastungen sind oft nicht dokumentiert und historisch bedingt unbekannt.
- Die Tätigkeiten sind äußerst vielfältig: Sie reichen von staubarmen Katalogisierungsarbeiten bis zu intensiven Räum- und Restaurierungstätigkeiten.
- Etablierte Bewertungskonzepte für Arbeitsplätze sind nicht direkt auf die Situation in Museen übertragbar.

Kroczek, Carmen; Thumulla, Jörg (2026): Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum. Ein praxisorientiertes Konzept zur expositionsbezogenen Bewertung und Ableitung von Schutzmaßnahmen. Beitrag zum 14. Fachkongress 2026, Bremen, 25.09.2026. Hrsg. AGÖF. https://www.agoef.de/veranstaltungen/fachkongresse/14-fachkongress-2026/gefaehrdungsbeurteilung-im-fokus-umgang-mit-gefahrstoffen-im-museum C. Kroczek, J. Thumulla: Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum, Beitrag zum 14. AGÖF-Fachkongress am 24. und 25. September 2026 in Bremen

1.2 Das Problem der Liegestaubbewertung

In der gutachterlichen Praxis werden zur Beurteilung von Liegestäuben häufig die Orientierungswerte der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) herangezogen. Diese Werte wurden jedoch primär für die Bewertung von Hausstaub in Wohnräumen auf Basis statistischer Verteilungen realer Messwerte abgeleitet und sind nicht toxikologisch begründet. Sie erlauben zwar eine Einordnung gegenüber der üblichen Hintergrundbelastung, liefern jedoch keine unmittelbare Aussage über das von einer Kontamination ausgehende Gesundheitsrisiko am Arbeitsplatz und sind für die spezifische Nutzungssituation musealer Depots – mit ihren charakteristischen, gebündelten Kontaminationsmustern und tätigkeitsbezogenen Expositionsszenarien – nur eingeschränkt geeignet.

Dies führt in der Praxis zu zwei problematischen Situationen: Entweder werden Gefährdungen überschätzt und unverhältnismäßige Schutzmaßnahmen ergriffen, oder Gefährdungen werden unterschätzt und notwendige Schutzmaßnahmen unterbleiben.

1.3 Zielsetzung dieses Beitrags

Der vorliegende Beitrag stellt ein auf wissenschaftlicher Grundlage praktisch erprobtes Konzept zur Gefährdungsbeurteilung in Museen vor. Kernelemente sind:

1. Die Ableitung stoffspezifischer Schwellenwerte für Liegestäube, die eine Verknüpfung zu den in der Gefahrstoffverordnung verankerten Beurteilungsmaßstäben für die Luft am Arbeitsplatz herstellen.
2. Ein dreistufiges Gefährdungsklassensystem, das eine differenzierte Risikobewertung ermöglicht.
3. Die Entwicklung tätigkeitsbezogener Expositionsszenarien und zugehöriger Schutzmaßnahmen.
4. Die Integration verschiedener Untersuchungsmethoden (Liegestaub, Raumluft, mobile Röntgenfluoreszenzanalytik, tätigkeitsbegleitende Messungen).

Das Konzept wurde im Rahmen deutschlandweiter, systematischer Untersuchungen in den Depots mehrerer größerer und kleinerer Museen entwickelt und validiert.

Kroczek, Carmen; Thumulla, Jörg (2026): Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum. Ein praxisorientiertes Konzept zur expositionsbezogenen Bewertung und Ableitung von Schutzmaßnahmen. Beitrag zum 14. Fachkongress 2026, Bremen, 25.09.2026. Hrsg. AGÖF. https://www.agoef.de/veranstaltungen/fachkongresse/14-fachkongress-2026/gefaehrdungsbeurteilung-im-fokus-umgang-mit-gefahrstoffen-im-museum C. Kroczek, J. Thumulla: Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum, Beitrag zum 14. AGÖF-Fachkongress am 24. und 25. September 2026 in Bremen

2. Rechtliche Grundlagen und Bewertungskonzept

2.1 Arbeitsschutzrechtlicher Rahmen

Die Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten in Museen und Depots unterliegt einem komplexen rechtlichen Rahmen. Maßgebliche regulatorische Grundlagen sind:

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG),
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV),
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV),
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV),
- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“,
- TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“,
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen”,
- TRGS 524 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen" sowie die DGUV Regel 101-004 „Kontaminierte Bereiche“,
- TRGS 561 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen“,
- TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte”,
- TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“.

2.2 Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Umgang oder kein Umgang mit Gefahrstoffen

Ein wesentlicher Aspekt bei der Bewertung von Verunreinigungen bzw. Schadstoffen in Innenräumen und an Arbeitsplätzen ist die Unterscheidung, ob oder ob kein *Umgang mit Gefahrstoffen* vorliegt:

Kein Umgang mit Gefahrstoffen

Werden Gefahrstoffe nicht gezielt verwendet, sondern sind lediglich als Hintergrundbelastung präsent (z. B. Emissionen aus Baumaterialien), gelten die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung. Es muss eine gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein (ASR 3.6). Als wesentlicher Bewertungsmaßstab dienen die Richtwerte des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR):

- **Richtwert I (RW I, Vorsorgewert):** Konzentration, bei der auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind.
- **Richtwert II (RW II, Eingreifwert):** Konzentration, bei deren Überschreitung unverzüglicher Handlungsbedarf besteht.

Umgang mit Gefahrstoffen

Sobald eine direkte Exposition gegenüber Gefahrstoffen durch die Tätigkeit erfolgt (z. B. Handhabung kontaminierter Objekte), gelten die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung. Bewertungsmaßstäbe sind:

- **Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW, TRGS 900):** Zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration, bei der akute oder chronische Gesundheitsschäden im Allgemeinen nicht zu erwarten sind.
- **Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen (TRGS 910):** Für krebserzeugende Stoffe abgeleitete risikobezogene Konzentrationen.

3. Methodisches Konzept: Gefährdungsklassen und Risikomatrix

Kern des entwickelten Konzepts ist die Einteilung nachgewiesener Gefahrstoffbelastungen in Raumluft, Liegestaub und auf Oberflächen in drei nach dem Ampelsystem farblich codierte Gefährdungsklassen (GK 0 bis GK II), die jeweils mit einer Risikoeinschätzung, konkreten Einstufungskriterien und daraus resultierenden gefahrstoffrechtlichen Folgen verknüpft sind.

3.1 Gefährdungsklasse 0 – kein Umgang mit Gefahrstoffen

Gefährdungsklasse 0 (grün) liegt vor, wenn keine erhebliche Überschreitung der Hintergrundkonzentration festzustellen ist und weder Innenraumrichtwerte noch stoffspezifische Beurteilungsmaßstäbe für die Luft am Arbeitsplatz überschritten werden. In diesem Fall ist das Risiko einer Gefährdung unwahrscheinlich; die untersuchten Tätigkeiten sind nicht als Tätigkeiten mit Gefahrstoffen einzustufen, besondere Schutzmaßnahmen sind nicht erforderlich.

3.2 Gefährdungsklasse I – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen mit geringer Gefährdung

Gefährdungsklasse I (gelb) ist gegeben, wenn auffällige Gefahrstoffkonzentrationen signifikant über der Hintergrundbelastung nachgewiesen werden und der Innenraumrichtwert II (Eingreifwert) überschritten wird, jedoch die stoffspezifischen Beurteilungsmaßstäbe für die Luft am Arbeitsplatz auch bei Aufwirbelung der Liegestäube unter Einhaltung des allgemeinen Staubgrenzwertes eingehalten werden. Die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Gefährdung wird als selten eingeschätzt, ein Arbeitsausfall ist möglich. Rechtlich ist eine tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung gemäß § 6 GefStoffV bzw. TRGS 500 Kapitel 3 durchzuführen, die Grundpflichten nach § 7 GefStoffV sind einzuhalten und allgemeine Schutzmaßnahmen gemäß § 8 GefStoffV und TRGS 500 Kapitel 4 sind umzusetzen.

3.3 Gefährdungsklasse II – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, für die keine geringe Gefährdung angenommen werden kann

Gefährdungsklasse II (rot) liegt vor, wenn hohe Gefahrstoffkonzentrationen nachgewiesen werden, die sowohl den Innenraumrichtwert II als auch die stoffspezifischen Beurteilungsmaßstäbe für die Luft am Arbeitsplatz überschreiten. Das bedeutet, dass bei Aufwirbelung des Liegestaubes die Beurteilungsmaßstäbe für die Arbeitsplatzluft überschritten würden, selbst wenn der allgemeine

Kroczek, Carmen; Thumulla, Jörg (2026): Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum. Ein praxisorientiertes Konzept zur expositionsbezogenen Bewertung und Ableitung von Schutzmaßnahmen. Beitrag zum 14. Fachkongress 2026, Bremen, 25.09.2026. Hrsg. AGÖF. https://www.agoef.de/veranstaltungen/fachkongresse/14-fachkongress-2026/gefaehrdungsbeurteilung-im-fokus-umgang-mit-gefahrstoffen-im-museum C. Kroczek, J. Thumulla: Gefährdungsbeurteilung im Fokus: Umgang mit Gefahrstoffen im Museum, Beitrag zum 14. AGÖF-Fachkongress am 24. und 25. September 2026 in Bremen

Staubgrenzwert eingehalten wird.[1] Die Eintrittswahrscheinlichkeit einer Gefährdung wird als gelegentlich bis häufig eingeschätzt, bleibende Gesundheitsschäden sind nicht auszuschließen. In diesem Fall sind ergänzend zu den Maßnahmen der Gefährdungsklasse I zusätzliche Schutzmaßnahmen gemäß § 9 GefStoffV und TRGS 500 Kapitel 7 festzulegen; bei krebserzeugenden, keimzellmutagenen oder reproduktionstoxischen Gefahrstoffen der Kategorie 1A oder 1B sind zusätzlich besondere Schutzmaßnahmen gemäß § 10 GefStoffV und TRGS 500 Kapitel 8 vorzusehen.

3.4 Ermittlung von Exposition und Risiko

Da für Liegestaub-, Oberflächen- und Materialproben anders als für Luftuntersuchungen keine direkten Grenzwerte existieren, wird das von einer Gefährdung ausgehende Risiko indirekt ermittelt. Hierfür wird auf ein Verfahren analog zur bei der Gefährdungsbeurteilung häufig verwendeten Risikomatrix nach Nohl zurückgegriffen, bei der sich auf Grundlage der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens und der möglichen Schadensschwere, der Bedarf an Risikominderungsmaßnahmen ableiten lässt. Der resultierende Handlungsbedarf wird nach dem Ampel-Prinzip klassifiziert:

Tabelle 1 Gefährdungsanalyse auf Basis der Risikomatrix nach dem Ampel-Prinzip

Einstufung	Bedeutung	Konsequenz
Grün	Risiko gering	Keine Maßnahmen zwingend erforderlich; Verbesserungspotenzial prüfen
Gelb	Risiko vorhanden	Weitergehende Maßnahmen zur Risikominderung erforderlich
Rot	Risiko hoch	Maßnahmen mit besonderer Schutzwirkung dringend erforderlich

Die Kombination aus stoffspezifischer Schwellenwertableitung und Ampel-Klassifikation ermöglicht es, aus komplexen laboranalytischen Befunden eine für Betreiber, Beschäftigte und Aufsichtsbehörden gleichermaßen nachvollziehbare Handlungsanleitung abzuleiten.

4. Ableitung und Anwendung stoffspezifischer Schwellenwerte für Liegestäube

Für die Einstufung der Gefahrstoffkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz in die Gefährdungsklassen sind gut etablierte Bewertungsmaßstäbe wie AGW, MAK oder Akzeptanzschwellen verfügbar. Ein besonderes methodisches Problem stellt jedoch die Bewertung von Gefahrstoffkonzentrationen in Liegestäuben dar. Liegestäube fungieren in Innenräumen als Senke für mittel- und schwerflüchtige

[1] Das Konzept bezieht sich auf den 8-Stunden Schichtmittelwert der AGWs bzw. Akzeptanzschwellen. Substanzen mit Kurzzeitwerten und Überschreitungsfaktoren oder Momentanwerten müssen gegebenenfalls besonders berücksichtigt werden.

organische Verbindungen sowie für Schwermetalle und bilden dadurch gewissermaßen ein „Gedächtnis“ der Kontaminationsgeschichte eines Raumes ab. Anders als für die Raumluft existieren für diese Matrices jedoch keine unmittelbar anwendbaren Grenz-, Richt- oder Leitwerte. In der gutachterlichen Praxis wird daher regelmäßig auf statistische Beschreibungen der Hintergrundbelastungen wie die AGÖF-Orientierungswerte zurückgegriffen, obwohl diese ausdrücklich als statistisch – nicht toxikologisch – begründete Vergleichswerte für Hausstaub in Wohngebäuden konzipiert wurden.

Diese Vorgehensweise weist mehrere Schwächen auf:

1. Orientierungswerte beschreiben lediglich die Verteilung realer Messwerte in einem Referenzkollektiv von Wohngebäuden und lassen keine direkte Aussage darüber zu, ob und ab welcher Konzentration ein Wert gesundheitlich relevant ist.
2. Museumsdepots sind durch spezifische Nutzungsformen gekennzeichnet, die sich von der Wohnnutzung deutlich unterscheiden: Es treten typischerweise punktuelle, aber hohe Kontaminationen im Umfeld einzelner belasteter Sammlungsgüter auf, verbunden mit spezifischen Tätigkeitsprofilen wie Umlagerungs-, Reinigungs- und Räumarbeiten, bei denen es zu einer Aufwirbelung kontaminierter Stäube kommen kann.
3. Bei der alleinigen Anwendung von Orientierungswerten fehlt eine Verknüpfung mit der eigentlichen Zielgröße des Arbeitsschutzes, nämlich der Frage, ob bei einer Aufwirbelung des kontaminierten einatembaren Staubes die für die Luft am Arbeitsplatz geltenden Beurteilungsmaßstäbe eingehalten werden.

Aus diesen Gründen ist es aus gutachterlicher Sicht erforderlich, ein eigenständiges, nachvollziehbares Bewertungskonzept für Liegestäube zu entwickeln, das sich konsistent in das bestehende System der Arbeitsplatzgrenzwerte einfügt und eine begründete Ableitung von Handlungsbedarf ermöglicht.

4.1 Ableitung der Schwelle zu Gefährdungsklasse I

Die Gefährdungsklasse I stellt eine signifikante Überschreitung der Hintergrundbelastung dar. Als Kriterium für diese erhebliche Überschreitung der Hintergrundkonzentration wird der gerundete Wert des doppelten 90. Perzentils relevanter Vergleichsdaten beispielsweise der AGÖF-Orientierungswerte für Hausstaub herangezogen.

- Der stoffspezifische Schwellenwert für die Gefährdungsklasse I beschreibt eine deutliche, nicht mehr durch normale Hintergrundbelastung erklärbare Kontamination.

Für die Praxis bedeutet dies:

- Bei Überschreitung ist eine konkrete Quelle im Arbeitsbereich anzunehmen
- Tätigkeiten sind als „Tätigkeiten mit Gefahrstoffen" einzustufen
- Allgemeine Schutzmaßnahmen für geringe Gefährdung sind zu treffen

4.2 Ableitung der Schwelle zu Gefährdungsklasse II

Die Gefährdungsklasse II beschreibt das Risiko einer Überschreitung der stoffspezifischen Beurteilungsmaßstäbe für die Luft am Arbeitsplatz auch wenn der allgemeine Staubgrenzwert von maximal 1,25 mg/m³ A-Staub bzw. 10 mg/m³ E-Staub in der Atemluft eingehalten ist. Dafür wird die Gefahrstoffkonzentration im Feinstaubanteil der Liegestäube herangezogen, weil diese Fraktion im Wesentlichen der durch den einatembaren Staub (E-Staub) beschriebenen Fraktion entspricht.

Das Kriterium für den Schwellenwert der Gefährdungsklasse II wird deshalb so festgelegt, dass bei Aufwirbelung des Liegestaubes – selbst bei Einhaltung des allgemeinen Staubgrenzwertes – eine Überschreitung der jeweiligen arbeitsplatzbezogenen Beurteilungsmaßstäbe (AGW, Akzeptanzkonzentrationen u.Ä.) für die Luft am Arbeitsplatz bezüglich einzelner Gefahrstoffe zu erwarten ist. Diese Vorgehensweise wird auch in der TRGS 561 zur Bewertung krebserzeugender Metallgemische festgelegt.[2]

Berechnungsgrundlage:

Der stoffspezifische Schwellenwert $C_{Staub,\ max}$ für die Gefährdungsklasse II wird nach folgender Formel berechnet:

$$C_{Staub,\ max}\ [mg_{Gefahrstoff}/kg_{Liegestaub}] = \frac{C_{Luft,\ max}\ [mg_{Gefahrstoff}/m^3_{Luft}]}{ASGW\ [mg_{Staub}/m^3_{Luft}]} * \frac{1.000.000\ mg}{kg}$$

ASGW [mg_{Staub}/m^3_{Luft}]: allgemeiner Staubgrenzwertes: 10 mg/m³ E-Staub in der Atemluft

$C_{Luft,\ max}$ [$mg_{Gefahrstoff}/m^3_{Luft}$]: stoffspezifischer Beurteilungsmaßstab (Akzeptanzschwelle oder AGW)

$C_{Staub,\ max}$ [$mg_{Gefahrstoff}/kg_{Liegestaub}$]: stoffspezifischer Schwellenwert für die Gefährdungsklasse II

1.000.000: Umrechnungsfaktor, um aus dem rel. Anteil die Größe ppm bzw. mg/m³ zu erzeugen

Beispielrechnung für Blei:

AGW Blei: 0,03 mg/m³Luft

[2] TRGS 561 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen“, Kap. 3.1, (10): *Bei der Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition am konkreten Arbeitsplatz sind die TRGS 400 und die TRGS 402 zu beachten. Sind die Konzentrationen krebserzeugender Metalle in einem Gemisch bekannt (z. B., wenn die Staubzusammensetzung in der Luft identisch mit der Zusammensetzung des verarbeiteten Gemisches ist), kann ausgehend von der Konzentration der gemessenen E- oder A-Fraktion (E = einatembare Staubfraktion, A = alveolengängige Staubfraktion) in einigen Fällen die Konzentration des Metalls rechnerisch ermittelt werden. Das ist z. B. häufig im Bereich der Pulververarbeitung der Fall. Liegt der errechnete Wert unterhalb der Akzeptanzkonzentration, müssen für diese Arbeitsbereiche keine weiteren zusätzlichen Schutzmaßnahmen zur Verringerung der inhalativen Exposition ergriffen werden.*

- $C_{Staub, max}$ [mg/kg] = 0,03/10 * 1.000.000 = 3.000 mg/kg

Wird dieser Schwellenwert im Liegestaub überschritten, ist selbst bei Einhaltung des allgemeinen Staubgrenzwertes eine Überschreitung des AGW für Blei zu erwarten.

4.3 Stoffspezifische Schwellenwerte für relevante Gefahrstoffe

Anorganische Gefahrstoffe (Schwermetalle)

Tabelle 2 Stoffspezifische Schwellenwerte für anorganische Gefahrstoffe

Gefahrstoff	KMR (gemäß §10 GefStoffV)	Gefährdungsklasse 0 [mg/kg]	Gefährdungsklasse I [mg/kg]	Gefährdungsklasse II [mg/kg]
Antimon (III)[3] [1]	-	< 6	6-600	> 600
Arsen[4] [2]	K-1A	< 5	5-80	> 80
Barium[5,6] [1]	-	<1.000	1.000-50.000	> 50.000
Blei[7] [1]	R-1A	< 300	300-3.000	> 3.000
Bor (Borax)[8,9] [1]	R-1B	< 500	500-50.000	> 50.000
Cadmium[10] [2]	K-1B	< 10	10-90	> 90
Cobalt[11,12] [5]	K-1B, R-1B	< 40	40-100	> 100
Chrom (III)[13,14] [1]	-	< 400	400-200.000	> 200.000
Kupfer[15] [3], [5]	-	< 500	500-5.000	> 5.000

[3] schwerlösliche dreiwertige Antimonverbindungen (Antimontrisulfid und Antimontrioxid). Begründung zu Antimontrioxid und Antimontrisulfid (A-Staub) in TRGS 900: Antimontrioxid und Antimontrisulfid (052018), https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/900/900-antimontrioxid-antimontrisulfid.pdf?__blob=publicationFile&v=2

[4] Arsen(III)oxid, Arsen(V)oxid, Arsensäure https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/910/910-arsenverbindungen.pdf?__blob=publicationFile&v=1

[5] Bariumchlorid und lösliche Bariumverbindungen als Ba berechnet

[6] Barium Hintergrund Durchschnittskonzentration in Böden 500 mg/kg (Lexikon Ökotoxikologie)

[7] Richtlinie (EU) 2024/869 (Veröffentlichung 19. März 2024), Herabsetzung des AGW für Blei /anorganische Bleiverbindungen: 0,03 mg/m³

[8] Vorläufig, keine Literaturwerte für Bor für Liege-/Hausstäube verfügbar, Hintergrundwert aufgrund eigener Erfahrungswerte, luftgetrocknete Böden enthalten bis 80 mg/kg (B. Streit Lexikon Ökotoxikologie, 2. Auflage 1994)

[9] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua), 03.05.2007: Begründung für Arbeitsplatzgrenzwert: Borsäure und Natriumborate, https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/900/900-borsaeure-und-natriumborate.pdf

[10] baua Begründung zur Exposition-Risiko-Beziehung: Cadmium 01.07.2021 (Akzeptanzkonzentration gültig für Cadmium und Cd-Verbindungen, die als krebserzeugend Kategorie 1A oder 1B eingestuft sind), https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/910/910-cadmium.pdf

[11] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua): Begründung zu Cobalt und Verbindungen in TRGS 910, 12.01.2023, https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/910/910-cobalt.pdf

[12] Vorläufig, keine Literaturwerte für Cobalt für Liege-/Hausstäube verfügbar, Hintergrundwert aufgrund eigener Erfahrungswerte, luftgetrocknete Böden enthalten bis 40 mg/kg (B. Streit Lexikon Ökotoxikologie, 2. Auflage 1994)

[13] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua), Begründung zu Chrom(III)oxid in TRGS 900, 08.04.2024: https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/900/900-chrom-3-oxid.pdf

[14] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua): Begründung zu Chrom in TRGS 900 (Chrom III, lösliche Verbindungen, nicht schwerlösliches Chrom(III)oxid , 17.05.2018, https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/900/900-chrom.pdf

[15] Baua:, 26.03.2025, AGW Begründung zu Kupfer (Cu) und seine anorganischen Verbindungen, https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/900/900-kupfer.pdf

Gefahrstoff	KMR (gemäß §10 GefStoffV)	Gefährdungsklasse 0 [mg/kg]	Gefährdungsklasse I [mg/kg]	Gefährdungsklasse II [mg/kg]
Nickel[16] [2]	K-1A, R-1B	< 100	100-600	> 600
Quecksilber[17] [1]	-	< 2	2-2.000	> 2.000
Thallium [18, 19] [4]	-	< 2	2-200	> 200
Zink	-	< 3.000	3.000-200.000	> 200.000
Zinn[20] (als TBT) Zinn(II)-Verbindungen, anorganische[21,22] [1]	R-1B -	< 50 < 1.000	50-900 1.000-800.000	> 900 > 800.000

[1]: AGW (Arbeitsplatzgrenzwert, TRGS 900)
[2]: Akzeptanzkonzentration (TRGS 910)
[3]: MAK (Maximale Arbeitsplatzkonzentration, DFG); die Angaben sind wissenschaftliche Empfehlungen, kein geltendes Recht.
[4]: Keine deutschen AGW, MAK verfügbar. Europäischer bzw. international niedrigster Arbeitsplatzgrenzwert
[5]: Beurteilungsmaßstab bezogen auf A-Staub, zur Umrechnung auf E-Staub wird ein Faktor 5 analog zu Nickel zugrunde gelegt.
KMR=kanzerogen, mutagen, reproduktionstoxische Substanzen
K-1A/1B= Kanzerogen, Kategorie 1A oder 1B
R-1A/1B= Reproduktionstoxizität, Kategorie 1A oder 1B

Organische Gefahrstoffe

Für organische Gefahrstoffe wie Biozide, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und chlorierte Phosphorsäureester können analoge Schwellenwerte abgeleitet werden. Da für die meisten historisch eingesetzten Biozide keine aktuellen arbeitsplatzbezogenen Beurteilungswerte vorliegen und viele Wirkstoffe in der EU nicht mehr zugelassen sind, fehlen jedoch für viele dieser Stoffe die zur Ableitung erforderlichen Beurteilungswerte. Eine Ergänzung wird Gegenstand zukünftiger Arbeiten sein.

[16] AGW Begründung zu Nickel und Ni-Verbindungen https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/900/900-nickelmetall-und-nickelverbindungen.pdf

[17] Quecksilber und seine anorganischen Verbindungen, inkl. HgS (https://gestis.dguv.de/data?name=004600), außer namentlich benannte

[18] Vorläufig, keine Literaturwerte für Thallium für Liege-/Hausstäube verfügbar, Hintergrundwert aufgrund eigener Erfahrungswerte, luftgetrocknete Böden enthalten bis 0,5 mg/kg Thallium (B. Streit Lexikon Ökotoxikologie, 2. Auflage 1994)

[19] Arbeitsgrenzwert Canada – Quebec, Neu Seeland, https://limitvalue.ifa.dguv.de/limitvalues/58512

[20] Die Bewertung erfolgt unter der Worst Case Annahme, dass es sich um toxische Organozinnverbindungen (TBT) handelt. Bei Überschreitung der Beurteilungsmaßstäbe ist eine weiterführende Analytik auf Organozinnverbindungen zur Gefährdungsbeurteilung erforderlich

[21] Vorläufig, keine Literaturwerte für anorganische Zinnverbindungen für Liege-/Hausstäube verfügbar, Hintergrundwert aufgrund eigener Erfahrungswerte,

[22] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua), Zinn(II)-Verbindungen, anorganische, Ausgabe 03/2008, https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/TRGS/pdf/900/900-zinn-II-verbindungen.pdf

5. Fazit und Ausblick

Die Gefährdungsbeurteilung von Gefahrstoffbelastungen in Museen, Depots und Archiven steht vor der methodischen Herausforderung, dass für Liegestäube - anders als für die Luft am Arbeitsplatz - keine allgemein anerkannten Beurteilungsmaßstäbe existieren.

Die in der Praxis der Bewertung von Gefahrstoffvorkommen in Museen verbreitete alleinige Orientierung an statistisch abgeleiteten Referenzwerten wie den AGÖF-Orientierungswerten oder statistisch basierten flächenbezogenen Beurteilungswerten wird den Anforderungen der tätigkeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilungen mit ihren spezifischen Belastungssituationen und den charakteristischen Tätigkeitsprofilen musealer Depots nur unzureichend gerecht.

Das hier vorgestellte, dreistufige Gefährdungsklassenkonzept schließt diese Lücke, indem es stoffspezifische Schwellenwerte für Liegestäube und Materialproben systematisch aus etablierten Innenraumrichtwerten, Arbeitsplatzgrenzwerten und Akzeptanzkonzentrationen ableitet und über eine Risikomatrix nach dem Ampel-Prinzip in konkrete, in der Gefahrstoffverordnung verankerte Handlungsanforderungen überführt.

Das Konzept der stoffspezifischen Schwellenwerte für Liegestäube lässt sich prinzipiell auch auf die Bewertung von Materialien beispielsweise auf die Ergebnisse von Oberflächenuntersuchungen mittels RFA übertragen.

Über das zeitlich aufgelöste Erfassen der Freisetzung von Liegestäuben bei einzelnen zu beurteilenden Tätigkeiten lässt sich mit diesem Ansatz eine differenzierte, tätigkeits- und objektspezifische Gefährdungsbeurteilung erstellen, die von der Einstufung einzelner Räume und Liegestaubproben über die individuelle Bewertung einzelner Tätigkeiten mit Sammlungsgütern bis hin zu einer mit der Gefahrstoffverordnung konformen Ableitung tätigkeitsbezogener Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip reicht.

Die Kombination dieser Bausteine hat sich für die Gefährdungsbeurteilung in einer Vielzahl von Museen und Depots bewährt und lässt sich auch für die Beurteilung von Tätigkeiten in Denkmälern übertragen.