

Gefährdungsanalyse

Projekt: Beratung zum Umgang mit kontaminiertem Kunstgut und dessen Umlagerung in externe Lagerflächen

Auftraggeber: Kulturstiftung Sachsen-Anhalt
Museum Burg Falkenstein
Burg Falkenstein 1
Pansfelde
D-06543 Falkenstein (Harz)
Ansprechpartner: Herr Joachim Schymalla, Museumsdirektor

Auftragnehmer: Baur Planung
Holzstraße 11
D-80469 München
Ansprechpartner: Herr Johannes Baur, Geschäftsführer

Nachauftragnehmer: Art Detox GmbH
Am Brink 7
D-19322 Rühstädt
Ansprechpartnerin: Frau Anke Weidner, Geschäftsführerin

Zeitraum der Leistung: September bis November 2022
Datum des Gutachtens: 18.11.2022
Verfasserin: Anke Weidner M.A., Dipl.-Rest.



Abb. 01:
Depotsituation im Raum M11
im Dachgeschoss der Burg
Falkenstein im Zustand 2022

Bei Weiterreichung oder Veröffentlichung muss dieses Gutachten vollständig mit Anlagen

weitergegeben werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung könnte den Inhalt des Gutachtens verfälschen und bedarf schriftlicher Genehmigung. Dem Auftragnehmer verbleiben alle Rechte, die ihm nach dem Urheberrechtsgesetz zustehen, sofern sie nicht nach dem Inhalt des Vertrages an den Auftraggeber übertragen worden sind.

Die naturwissenschaftlichen Laboranalysen zu Raumluftmessungen und Untersuchungen von Sammelstaubproben wurden im Auftrag der Art Detox GmbH vom Bremer Umweltinstitut, Fahrenheitstraße 1, 28359 Bremen durchgeführt. Direkte Ansprechpartnerin dafür war Frau Dr. Heidrun Hofmann von der Göttinger Filiale des Bremer Umweltinstitutes, Akazienweg 56A, 37083 Göttingen.



Dipl. Rest. Anke Weidner M.A.

Berlin, 18.11.2022

Sachkunde für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen nach DGUV Regel 101-004 Kontaminierte Bereiche Anhang 6A und 6B (bis 2014 BGR 128 6A und 6B) und Fachkunde für Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen nach TRGS 524 2A und 2B

Anlagen

- Anlage 1: Analysebericht der Bremer Umweltinstitut GmbH: AZ: L 6791 FM AB vom 03.11.2022
- Anlage 2: Betriebsanweisung zum Arbeiten in kontaminierten Bereichen

Inhalt

		Seite
1	Ausgangssituation und Zielstellung	4
2	Gefahrstoffermittlung	6
2.1	Wissensstand vor dem Schadstoffscreening	6
2.1.1	Schriftliche und mündliche Quellen	6
2.1.2	Hinweise an Objekten	7
2.1.3	Naturwissenschaftliche Untersuchungen	9
2.2	Schadstoffscreening	10
2.2.1	Protokoll zur Probennahme	10
2.2.2	Prüfverfahren	12
2.2.3	Ergebnisse und Auswertung	13
2.2.3.1	Ergebnisse der Untersuchung der Staubproben auf Schwermetalle	13
2.2.3.2	Ergebnisse der Untersuchung der Staubproben auf Biozide und weitere Innenraumschadstoffe	14
2.2.3.3	Auswertung der Untersuchungsergebnisse	16
3	Eigenschaften der relevanten Gefahrstoffe	17
4	Tätigkeitsprofil für Arbeiten mit Objektkontakt	22
5	Emissions- und Expositionsabschätzung	23
6	Schutzstrategie	25
6.1	Technische Schutzmaßnahmen	25
6.2	Organisatorische Schutzmaßnahmen	26
6.3	Persönliche Schutzmaßnahmen	27
7	Pflicht zur Deklaration	31
8	Zusammenfassende Handlungsempfehlungen	32

1 Ausgangssituation und Zielstellung

Die Burg Falkenstein im Harz gehört zu den bekanntesten und herausragenden touristischen Zielen in Sachsen-Anhalt. In ihrer wechselvollen Geschichte kann sie auf Ereignisse verweisen, die weit über die Region ausstrahlen. An der Geschichte des Hauses sind die Ausstellungen und Sammlungen des Museums ausgerichtet. Sie umfassen vor allem Möbel, Porzellan, Glas, Gemälde, Grafiken, Waffen, Jagdtrophäen / Geweihe und weiteres Interieur der Provenienz Asseburg, hinzu kommen div. Objekte anderer Herkunft und Zeitstellung.

Im Rahmen eines Sonderinvestitionsprogramms des Bundes und des Landes Sachsen-Anhalt sind für die umfassende Sanierung der Burg in den nächsten Jahren Mittel in Aussicht gestellt. Voraussetzung der Planung und späteren Realisierung aller Maßnahmen ist das Schaffen der erforderlichen Baufreiheit. Da die Burg Falkenstein nicht über ausreichende Flächen verfügt ist es notwendig, die musealen Bestände aus den im Haus befindlichen Depots auszulagern und zunächst in einem Zwischendepot unterzubringen. Perspektivisch ist der Neubau eines Depotgebäudes der KST geplant, das u. a. die Falkensteiner Bestände endgültig aufnehmen soll.

Die Falkensteiner Bestände lagern zum großen Teil in den Dachböden der Burg sowie in weiteren Räumen innerhalb des Hauses. Die Holzkonstruktion der Dachstühle wurde in der Vergangenheit teilweise mit Holzschutzmitteln behandelt. Nachweisbar sind zumindest DDT, PCP und Lindan; dazu liegen im Einzelfall Gutachten vor, eine vollständige Beprobung ist erfolgt. Bei den eingelagerten musealen Gegenständen ist zu vermuten, dass diese nicht nur durch Staubauflagen belastet, sondern z. T. ebenfalls mit gesundheitsgefährdenden Holzschutzmitteln behandelt wurden; eine qualitative und quantitative Erfassung dazu liegt nicht vor.

Im Zuge einer Brandschutzertüchtigung der Dachböden in den Jahren 2009 bis 2011 wurden die Objekte teilweise von Restauratoren gereinigt und zur Schaffung einer für die damalige Maßnahme geforderten Baufreiheit eng zusammengestellt. Auf Grund der erkannten Belastung werden die fraglichen Bereiche inzwischen nur noch zu Kontrollzwecken unter entsprechenden Schutzvorkehrungen betreten.¹

Ziel dieses Gutachtens ist die Gefährdungsanalyse auf der Grundlage eines aktuellen Schadstoffscreenings an drei Sammelstaubproben und unter Einbeziehung der vom Museum Brug Falkenstein zur Verfügung gestellten relevanten Informationen.

¹ Die Beschreibung der Ausgangssituation ist dem Anfrageschreiben des Auftraggebers vom 28.03.2022 entnommen.

Auf ca. 575 m² Grundfläche lagern etwa 500 bis 600 Objekte, überwiegend Möbel (Schränke, Sekretäre, Polstermöbel, Kleinmöbel etc., teilweise zerlegt), dazu Geweihe, Metallgegenstände und Varia.²

Im Einzelnen geht es um folgende Raumgrößen und Bestandsgruppen:

1. Raum M10: Erdgeschoss, ca. 15 m² Grundfläche, Bestände: Bodenfunde (in Archivkartons verpackt), Ofenkacheln, Metallgegenstände, Varia.
2. Räume M5 bis M9: Dachgeschoss (über Erdgeschoss und 2 Geschossen), erreichbar über einen Renaissance-Treppenturm; ca. 200 m² Grundfläche, Räume zusammenhängend, durch Fachwerkwände und Türen getrennt, Bestände: Möbel (teilweise zerlegt; auch Polstermöbel), Textilien, Varia.
3. Raum Rittersaalboden / Geweihboden: Dachgeschoss (über Erdgeschoss und 2 Obergeschoss), erreichbar über einen Renaissance-Treppenturm; ca. 170 m² Grundfläche; Geweihboden vom Rittersaalboden über Holztreppe erreichbar, Bestände: Möbel (teilweise zerlegt), historische Türblätter, Geweihe, Varia.
4. Raum M11: Dachgeschoss (über 2 Geschossen), erreichbar über einen Fachwerk-Treppenturm; ca. 90 m² Grundfläche, Bestände: Möbel (auch Polstermöbel), Bilderrahmen, Varia.
5. Raum M 12: Dachgeschoss (über 2 Geschossen), erreichbar über einen Fachwerk-Treppenturm; ca. 75 m² Grundfläche, Bestände: Kleinmöbel (auch Polstermöbel).
6. Gr. Molkenkeller: Erdgeschoß (eingetieft), ca. 25 m² Grundfläche, Bestände: Holzmöbel, Varia.³

² Der Auftraggeber hat im Rahmen der Leistungserbringung Grundrisse vom Dachgeschoss und Erdgeschoss zur Verfügung gestellt, worin die Lage und Raumfolge der Depoträume ablesbar sind.

³ Die Beschreibung der Ausgangssituation ist dem Anfrageschreiben des Auftraggebers vom 28.03.2022 entnommen.

2 Gefahrstoffermittlung

Die Gefahrstoffermittlung bezieht die vorhandene Quellenlage ein. Unter Mithilfe der Mitarbeiter vor Ort werden vorhandene Informationen zur Thematik recherchiert. Auffälligkeiten an Objekten werden detektiert. Bereits durchgeführte naturwissenschaftliche Untersuchungen finden Beachtung. Die verfügbaren Informationen werden als Grundlage für die Planung weiterer naturwissenschaftlicher Untersuchungen zu einem umfassenderen Schadstoffscreening zusammengetragen.

2.1 Wissensstand vor dem Schadstoffscreening

2.1.1 Schriftliche und mündliche Quellen

Als Ansprechpartner für Fragen des Arbeitsschutzes und der Sicherheit vor Ort hat Herr Ralf Lindemann Unterlagen aus dem Archiv der Burg Falkenstein im Hinblick auf Erwähnung zur Anwendung von Bioziden an Kulturgütern zusammengetragen (Tab. 01). Es muss von einer breiten Palette an Wirkstoffen ausgegangen werden. Eine wiederholte Anwendung von Holzschutzmitteln zur Schädlingsbekämpfung und -prävention ist bekannt und kann zumindest für einzelne Aktionen belegt werden.

Tab. 01: Schriftverkehr und Notizen zur Anwendung von Bioziden am Baukörper und an Kulturgütern, Entsorgungsnachweis zu Chemikalien⁴

Datum	Betreff und Leistung
20.04.1983	Befund über die Untersuchung der Burg Falkenstein in Meisdorf auf Befall durch holzschädigende Organismen und daraus abzuleitende Maßnahmen (Auszug, 3 Seiten Schreibmaschine) Autor: Bernhard Sack (Fa. zur Schädlingsbekämpfung in Hettstedt) Betreff: Untersuchung verschiedener Teile des Baukörpers und Bestätigung eines Befalls mit „echtem Hausschwamm“ und mit „Pochkäfern“
01.03.1984 und 12.03.1984	Formblatt zur Bestätigung und Abnahme einer erfolgten Maßnahme Autor: Uhlendorf (Holzschutz-Fachmann und TKO-Fachverantwortlicher) Betreff: Schädlingsbekämpfung und Imprägnierung von Holzteilen am Baukörper mit Holzschutzmittel Dohnalit Pyro 1 Abnahme der Maßnahme am 01.03.1984. Bestätigung der sachgerechten Ausführung am 12.02.1984

⁴ Nichtveröffentlichte Unterlagen im Archiv von Burg Falkenstein. Bekannte Wirkstoffe für die angeführten Holzschutzmittel sind: Dohnalit Pyro 1 (Fluoride, Ammoniumsalze); Hylotox 59 (DDT, Lindan); Piaflex = Klarlack; Xylamon Holzwurmtod (Xylamon-Holzschutzmittel-Produkte mit unterschiedlichen Wirkstoffen in unterschiedlicher Rezeptur, bekannte Wirkstoffe in den 1980er Jahren PCP, Lindan, Permethrin); Deltax IT (Permethrin), Basileum LK (Permethrin).

Datum	Betreff und Leistung
1986/87	Objekt: mehrteiliger Paravent mit Perlenstickerei Inv.-Nr.: 250 Inventarblatt mit Vermerk zur Restaurierung 1986/87 durch Herrn Kronberg. Behandlung des Holzrahmens und der Spannrahmen für die Stickereien mit Hylotox 59
08.03.1991	Anschreiben an Gesellschaft für Abfallwirtschaft in Halle (Brief, 1 Seite Schreibmaschine) Autor: Schneider (wiss. Mitarbeiter/Sicherheitsingenieur) Betreff: Entsorgung von Altbeständen an Holzschutzmitteln 1 Faß Hylotox 4 Fässer Piaflex
16.07.1991	Anschreiben an Landratsamt Hettstedt (Brief, 2 Seiten Schreibmaschine) Autor: Schneider (wiss. Mitarbeiter/Sicherheitsingenieur) Betreff: Entsorgung von Kleinchemikalien (Restbestände) Auflistung mit Kleingebinden verschiedener Chemikalien unter anderem 12 Laborflaschen mit nicht näher klassifizierten, organischen Substanzen
16.09.1991	Untersuchungsgutachten über Holzschädlingsbefall (2 Seiten Schreibmaschine) Autor: Ulrich Michel, freiberuflicher Restaurator Betreff: Burg Falkenstein, Balken und hölzerne Einbauten in der Burgkapelle Aufzählung von Produkten zur Verwendung gegen Schädlingsbefall und zur Schädlingsprävention: <ul style="list-style-type: none"> - Xylamon Holzwurmtod (Gütezeichen RAL) - Deltax IT (Hersteller: Delicia Delitzsch) - Basileum LK Empfehlung zur Verwendung von Xylamon Holzwurmtod

2.1.2 Hinweise an den Objekten



Bei der Begehung der Depoträume am 21. und 22. September 2022 wurden an mehreren Objekten markante kristalline, weißliche, im Streiflicht glitzernde Ausblühungen wahrgenommen, die eine Anwendung von DDT-haltigen Produkten vermuten lassen (Abb. 02 und 03).

Abb. 02: Einzelner Möbelfuß mit weißlich kristallinen Ausblühungen.



Abb. 03: Detail eines Balkens im Rittersaalboden mit weißlich kristallinen Ausblühungen



Abb. 04: Gebälk im Rittersaalboden mit Signatur einer Bearbeitung durch Kurt Kirchner 1985

Wenn historische Kulturgüter aus Holz oder Textilien ältere Schadbilder mit den typischen Ausflug- oder Schlupflöchern, Fraßgängen und Rückständen von ehemaligem Schädlingsbefall aufweisen, sollte mit hoher Wahrscheinlichkeit in Betracht gezogen werden, dass der ehemalige Befall mit biozidhaltigen Substanzen behandelt wurde. Biozide können partiell, konzentriert auf den befallenen Bereich, in das Objekt ein- oder auf das Objekt aufgetragen sein. Alternativ ist jedoch häufig auch die Behandlung des gesamten Objektes vorgenommen worden.

Weitere Beachtung sollte auf die olfaktorische Wahrnehmung und Sensibilisierung gelenkt werden. So kann ein markant beißender, muffiger Geruch Indiz für die Anwendung von Holzschutzmitteln sein. Ein solcher Geruch war zum Zeitpunkt der Begehung im Vorraum und im Depot Rittersaalboden selbst auffällig.

Erwähnt wird weiter das Aufbringen eines transparenten Lackes als Brandschutzanstrich nach DIN 4102 B1 an mehreren Bereichen des Dachstuhls. Diese Maßnahme erfolgte vermutlich mit dem Um- und Ausbau von Teilbereichen des Dachgeschosses in den 1980er und 1990er Jahren. Der Lack zeigt nach rund 30 Jahren Alterungserscheinungen partiell an den Balken weißliche Eintrübungen und Craquelés. Das als Anstrich verarbeitete Produkt ist nach aktuellem Kenntnisstand nicht bekannt.

2.1.3 Naturwissenschaftliche Untersuchungen

Die Unfallkasse Sachsen-Anhalt wurde im Zeitraum von 2011 bis 2012 mit Raumluftmessungen (Messungsdauer = 1 Schichtlänge, Analyseschwerpunkt VOC, Auswahl > 40 VOC) und der Untersuchung von Materialproben auf Lindan und PCP beauftragt.⁵ Eine Untersuchung auf DDT und Metaboliten wurde nicht durchgeführt. Die Messungen erfolgten im Rahmen des Messsystems Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger – MGU auf Basis des § 19 SGB VII und nach den Kriterien der TRGS 402 für Arbeitsplatzmessungen. Die Messergebnisse können für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition nach TRGS 402 im Rahmen der Gefährdungsanalyse herangezogen werden.

Die beiden Raumluftmessungen in der Küchenstube und im Magazin 5 zeigten im Rahmen des gewählten Spektrums zur Untersuchung keine Auffälligkeiten. Lindan wurde im Holz vom Fußbodenpodest des Raumes M9, im Holz vom Dachbalken des Raumes M8 und im Holz vom Dachbalken des Raumes M6 nachgewiesen. PCP wurde im Holz vom Dachbalken des Raumes M6 nachgewiesen. Es wird vorsorglich darauf hingewiesen, dass in den Magazinräumen dennoch das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung anzuraten ist.

Die Wolfener Analytik GmbH führte 2018 in den Magazinräumen M11 und M12 Raumluftmessungen sowie Untersuchungen an Sammelstaub und Materialproben durch.⁶ Die Gaschromatographie wurde mit angeschlossenem Head-Space-Probegeber HS 40 durchgeführt. Laut Bewertung waren für dieses gewählte Spektrum zur Analyse keine schädlichen organischen Substanzen in der Raumluft nachweisbar. Die Sammelstaubproben und die Materialproben aus Magazin M11 und M12 wurden auf die Organochlorverbindungen DDT, Lindan und PCP sowie auf die Schwermetalle Arsen, Chrom und Zink untersucht.

Die Konzentration an Schwermetallen im Liegestaub und in den Materialproben von freiliegenden Balken war gering. Die drei Wirkstoffe DDT, Lindan und PCP waren bei dieser Untersuchung nicht nachzuweisen. Auch hier wird die Empfehlung ausgesprochen, bei Reinigungsarbeiten Staubschutzmasken und Gummihandschuhe zu tragen.

⁵ Unfallkasse Sachsen-Anhalt: Messbericht 35/2011, Zerbst, 30.01.2012 und Messbericht 38/2012, Zerbst, 24.08.2012. Archiv der Burg Falkenstein.

⁶ Wolfener Analytik GmbH: Bericht über Raumluftuntersuchungen in der Burg Falkenstein. Auftrag-Nr. 2916.044. Bitterfeld, 07.08.2018. Archiv der Burg Falkenstein.

2.2 Schadstoffscreening

2.2.1 Protokoll zur Probenahme

Gegenstand zur Untersuchung:	Sammelstaub aus verschiedenen Depoträumen im Dachgeschoss in Burg Falkenstein
Ziel der Untersuchung:	Schadstoffscreening auf Biozide
Probenahme:	Anke Weidner
Datum:	21. September 2022, 9.40 bis 12.00 Uhr
Sauggerät:	Muntz-Museums-Staubsauger 555 MU E HEPA

Anhand der Ortsbegehung werden drei Räume zur Untersuchung ausgewählt, um einen Überblick über die Anwesenheit möglicher Gefahrstoffe zu erhalten (Abb. 05). Die Untersuchungen erfolgen nichtinvasiv durch Absaugen. Schwerpunkt ist die analytische Untersuchung des Liegestaubes in den Depoträumen. Bei der Probenahme wurde auf die Einhaltung des persönlichen Arbeitsschutzes und die Ausstattung des Sauggerätes mit der notwendigen Filterklasse geachtet. Im Depot M 11 ist eine dünne Staubschicht zu verzeichnen. Zuletzt wurde hier vor mehreren Monaten eine Grundreinigung durchgeführt. Im Depot M 5 und Depot Rittersaalboden liegen deutlich ausgeprägte Staubschichten auf allen Oberflächen. Die letzte Reinigung liegt mehrere Jahre bis Jahrzehnte zurück.

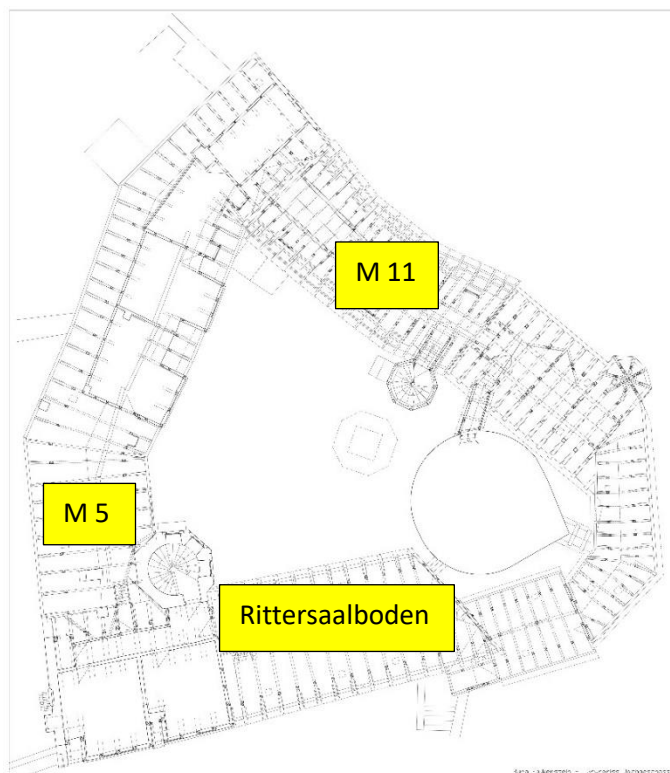


Abb. 05: Burg Falkenstein. Grundriss Dachgeschoss mit Lokalisierung der Räume zur Probenahme

Probe L 6791 FM - 1:
Sammelstaub aus Depot M 5

im Labor aufgeschlossene Probemenge
> 10 g

mehrfähriger Liegestaub von
Verkehrswegen, nicht begangenen
Flächen des Dielenbodens und auf
horizontalen Objektoberflächen.
Sammlungsschwerpunkt Möbel



Abb. 06: Burg Falkenstein. Blick in das Depot M 5

Probe L 6791 FM - 2:
Sammelstaub aus Depot M 11

im Labor aufgeschlossene Probemenge
ca. 1 g

mehrmonatiger Liegestaub von
Verkehrswegen, nicht begangenen
Flächen des Dielenbodens und auf
horizontalen Objektoberflächen.
Sammlungsschwerpunkt Möbel und
Bilderrahmen



Abb. 07: Burg Falkenstein. Blick in das Depot M 11

Probe L 6791 FM - 3:
Sammelstaub aus Depot Rittersaalboden

im Labor aufgeschlossene Probemenge
> 10 g

mehrfähriger Liegestaub von
Verkehrswegen, nicht begangenen
Flächen des Dielenbodens, vom Gebälk
und auf horizontalen Objektoberflächen.
Sammlungsschwerpunkt Möbel



Abb. 08: Burg Falkenstein. Blick in das Depot
Rittersaalboden

2.2.2 Prüfverfahren

Mit den naturwissenschaftlichen Untersuchungen wurden die Bremer Umweltinstitut GmbH beauftragt. Der Vorgang trägt das Aktenzeichen L 6791 FM AB.⁷ Bei allen drei Proben wurde ein umfassendes Schadstoffscreening auf schwerflüchtige organische Verbindungen durchgeführt. Bei Probe L 6791 FM - 1 und L 6791 FM - 3 war ausreichend Probematerial vorhanden, um zusätzlich die Untersuchung auf Schwermetalle zu realisieren (Tab. 02).

Prüfverfahren zur Untersuchung auf Pestizide und weitere Innenraumschadstoffe (Schadstoffscreening):

Der Staub wurde gesiebt und die Staubfraktion < 63 µm mit Lösemittel (Cyclohexan/Aceton) extrahiert. Das Lösemittel wurde eingengt und der Extrakt mittels gekoppelter Gaschromatographie-Massenspektrometrie GC-MS (Shimadzu GC-MS QP 2010) vermessen. Zur Quantifizierung der angegebenen Substanzen wurde die Messung im SIM-Modus aufgenommen, die Kurve integriert und mit internem und externem Standard quantifiziert. Die Durchführung erfolgte nach dem akkreditierten Verfahren AHV770010au.

Prüfverfahren zur Untersuchung von Staubproben auf Schwermetalle:

1. Mikrowellenaufschluss 2. Quantitative Bestimmung gemäß DIN EN ISO 17294-2:2017-01 mittels ICP-MS.

Tab. 02: Übersicht der an den Sammelstaubproben durchgeführten Untersuchungen

Probennummer	Bezeichnung*	Prüfziel
L 6791 FM - 1	Depot M 5, Staub	- Schwermetalle, - Screening: Schwerflüchtige organische Verbindungen
L 6791 FM - 2	Depot M 11, Staub	- Screening: Schwerflüchtige organische Verbindungen
L 6791 FM - 3	Depot Rittersaalboden, Staub	- Schwermetalle, - Screening: Schwerflüchtige organische Verbindungen

⁷ Anlage 1: Analysebericht der Bremer Umweltinstitut GmbH: AZ: L 6791 FM AB vom 03.11.2022.

2.2.3 Ergebnisse und Auswertung

Sammelstaubproben ermöglichen eine Aussage zu einer über die beprobte Fläche gemittelten Kontamination im Staub. Die im Staub gebundenen Kontaminanten werden für eine Bewertung des Arbeitsschutzes und der Gesundheit am Arbeitsplatz herangezogen. Für die Gefährdungsanalyse wird sich auf Erfahrungswerte zur Verwendung schwermetallhaltiger Verbindungen an Kulturgütern gestützt.

2.2.3.1 Ergebnisse der Untersuchung der Staubproben auf Schwermetalle

Bei dem gewählten Prüfverfahren erfolgt die Analyse der Schwermetalle halbquantitativ. Anorganische Schadstoffe sind an historischen Bauwerken und mobilen Kulturgütern vor allem in Form von Schwermetallen (elementar oder als Verbindung) anzutreffen. Insbesondere Farben und Lacke wurden über die Zeit mit verschiedenen schwermetallhaltigen Farbpigmenten hergestellt. Viele Schwermetalle und ihre Verbindungen zeigen kanzerogene und toxische Eigenschaften. Die beiden untersuchten Sammelstaubproben zeigen erhöhte Messwerte für Arsen, Blei, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink (Tab. 03).

Arsen- und quecksilberhaltige Verbindungen: Als historische Biozide werden bereits seit der Antike Arsen(III)-oxid (bekannt als „Arsenik“) und Quecksilber(II)-chlorid (bekannt als „Sublimat“) verwendet.

Chromhaltige Verbindungen: Bei der Untersuchung auf Schwermetalle wurde Chrom in ionischer Elementform erfasst, dabei aber nicht erweitert das Vorhandensein von Chrom-VI-haltigen Verbindungen betrachtet. Diese Verbindungen sind toxikologisch relevant. Als Beispiele für chromhaltige Verbindungen in Produkten zum Holzschutz seien Natriumdichromat, Kaliumdichromat und Chrom(VI)-oxid genannt. Diese umweltgefährlichen und stark wassergefährdenden Stoffe sind sehr giftig und wirken sowohl mutagen als auch karzinogen. Beim Verschlucken sind Verdauungsstörungen, Nierenschäden, Krämpfe und Lähmungen die Folge. Wässrige Lösungen von Chrom(VI)-oxid sind stark ätzend.

Bleihaltige Verbindungen: Aus dieser Gruppe seien Blei(II)-arsenat und Bleihydrogenarsenat angeführt, die über Jahrzehnte als Pestizide eingesetzt wurden und heute anhand der Gefahrstoffverordnung als Substanzen mit karzinogenen und reproduktionstoxischen Eigenschaften gekennzeichnet werden.

Weitere mögliche Anwendungen für schwermetallhaltige Verbindungen im Dachgeschoss von Burg Falkenstein:

Blei (Pb): als Bleiblech bei Dacheindeckungen, als Bleirohr in der Hausinstallation, als Bleiwolle oder -stäbe zur Verstimmung von Fugen, als Farbpigment „Bleiweiß“ (Bleikarbonat) oder Bleisulfat, als Bleimennige für Korrosionsschutzanstriche

Chrom (Cr): Chromate (Chrom (VI) - Verbindungen) als Farbpigmente, zum Beispiel „Chromgelb“ (Bleichromat), Chromate in bestimmten Mörteln und Estrichen, Chromat in

Schamottesteinen, Chrom (III) - Verbindungen in Holzschutzmitteln auf Salzbasis, zum Beispiel Chromat-Kupfer-Fluor (CKF)-Imprägniersalze

Quecksilber (Hg): als Farbpigment „Zinnoberrot“ (Quecksilbersulfid), als Holzschutzmittel (Kyanisierung mit Quecksilber-(II)-chlorid)

Zink (Zn): als Verzinkung auf Stahlrohren und -konstruktionen, als „Zinkweiß“ (Zinkoxid) über viele Jahre das übliche Weißpigment in Malerfarben

Weitere Metalle bzw. Halbmetalle, die sich in Farbpigmenten finden, sind Arsen, Cadmium, Kupfer, Nickel.

Tab. 03: Übersicht zu den Messwerten der Untersuchung der Staubproben auf Schwermetalle⁸

Parameter	L 6791 FM AB - 1 Depot M 5, Staub [mg/kg]	L 6791 FM AB - 3 Depot Rittersaalboden, Staub [mg/kg]	BG [mg/kg]
Antimon	1	< 1	1
Arsen	36	20	1
Blei	19.900	412	1
Cadmium	2,0	2,0	0,5
Chrom	186	58	2
Kobalt	6	9	1
Kupfer	3.100	144	2
Nickel	36	27	2
Quecksilber	26	16	0,2
Zink	1.680	911	5
Zinn	20	10	5

< = kleiner als, die Gehalte liegen unter der Bestimmungsgrenze
mg/kg = Milligramm pro Kilogramm

BG = Bestimmungsgrenze

2.2.3.2 Ergebnisse der Untersuchung der Staubproben auf Biozide und weitere Innenraumschadstoffe

Die laboranalytische Untersuchung zum Screening der Sammelstaubproben auf Biozide Wirkstoffe und weitere Innenraumschadstoffe umfasst 150 Substanzen.⁹ Die Tabelle 04 bietet den Überblick zu den für die Gefährdungsanalyse relevanten Messwerten.

Probe L 6791 FM -1 aus Depot M 5

Im Sammelstaub wurde ein deutlich erhöhter Wert für DDT inkl. Metaboliten festgestellt. Weiterhin konnten Lindan und PCP nachgewiesen werden. Als Flammschutzmittel wurde Triphenylphosphat analysiert. Die Summe an PAK ist deutlich erhöht. Weiter ist eine Auffälligkeit für die Summe an Phthalsäure / Phthalsäureanhydrid zu verzeichnen.

⁸ Anlage 1: Analysebericht der Bremer Umweltinstitut GmbH: AZ: L 6791 FM AB vom 03.11.2022, S. 2.

⁹ Anlage 1: Analysebericht der Bremer Umweltinstitut GmbH: AZ: L 6791 FM AB vom 03.11.2022, S. 3 – 9.

Probe L 6791 FM -2 aus Depot M 11

Im Sammelstaub wurde ein leicht erhöhter Wert für DDT inkl. Metaboliten festgestellt. Lindan und PCP wurden in dieser Probe nicht nachgewiesen. Als Flammschutzmittel wurden Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat, Tris-(2-butoxyethyl)-phosphat und Triphenylphosphat analysiert. Die Summe an PAK ist erhöht. Weiter ist eine Auffälligkeit für die Summe an Phthalsäure / Phthalsäureanhydrid zu verzeichnen.

Probe L 6791 FM - 3 aus Depot Rittersaalboden

Im Sammelstaub wurde ein deutlich erhöhter Wert für DDT inkl. Metaboliten festgestellt. Der Wert für Lindan liegt mit 0,1 mg/kg im Bereich der Nachweisgrenze. PCP wurde in dieser Probe nicht nachgewiesen. Als Flammschutzmittel wurde Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat, analysiert. Die Summe an PAK ist erhöht. Weiter ist eine Auffälligkeit für die Summe an Phthalsäure / Phthalsäureanhydrid zu verzeichnen.

Tab. 04: Übersicht zu den Messwerten der Untersuchung der Staubproben auf Biozide und weitere Innenraumschadstoffe¹⁰

Verbindung	L 6791 FM - 1 Depot M 5, Staub [mg/kg]	L 6791 FM - 2 Depot M 11, Staub [mg/kg]	L 6791 FM - 3 Depot Rittersaal- boden, Staub [mg/kg]	BG [mg/kg]
Organochlor-Biozide				
Σ DDT und Metaboliten	21.514	47,6	2.415	0,2 oder 0,3
Σ Lindan und Metaboliten	1,9	< 0,2	0,1	0,1 oder 0,2
PCP	2,5	< 0,2	< 0,2	0,2
2,3,4,6-Tetrachlorphenol	2,0	< 0,2	< 0,2	0,2
Flammschutzmittel				
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat	< 0,5	390	1,9	0,5
Tris-(2-butoxyethyl)-phosphat	< 0,5	3,8	< 0,5	0,5
Triphenylphosphat	4,4	0,9	< 0,5	0,5
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)				
Σ PAK nach EPA	216,5	38,2	30,7	0,2
Sonstige Verbindung				
Phthalsäure / Phthalsäureanhydrid	34	13	23	1,0

< = kleiner als, die Gehalte liegen unter der Bestimmungsgrenze
mg/kg = Milligramm pro Kilogramm

BG = Bestimmungsgrenze

¹⁰ Anlage 1: Analysebericht der Bremer Umweltinstitut GmbH: AZ: L 6791 FM AB vom 03.11.2022, S. 3–9 (Auszüge).

2.2.3.3 Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Die durchgeführten naturwissenschaftlichen Untersuchungen umreißen die aktuelle Gefahrstoffsituation in den Depots im Dachgeschoss der Burg Falkenstein. Es handelt sich um Stichproben, anhand derer Rückschlüsse auf eine zu verallgemeinernde Situation gezogen werden.

Es liegt eine multiple Kontamination mit verschiedenen Gefahrstoffen vor. Es ist davon auszugehen, dass sowohl das Bauwerk, die zum Ausbau des Dachbodens verwendeten Materialien und die eingelagerten Kulturgüter gesundheitsgefährdende Substanzen aufweisen.

Das Thema der Schädlingsbekämpfung und -prävention auf dem Dachboden von Burg Falkenstein hat eine eigene Geschichte über die Jahrhunderte, die in diesem Gutachten nur zum Teil aufgearbeitet werden kann.




Für die Bewertung des notwendigen Arbeitsschutzes bei der anstehenden Beräumung und Umlagerung des Depots sind nachfolgende Gefahrstoffe relevant (Tab. 5). Die Auflistung bezieht sich auf den Wissensstand vom 03.11.2022 und muss bei neuen Erkenntnissen überarbeitet und angepasst werden.

Tab. 05: Übersicht zu den für die Gefährdungsanalyse relevanten Gefahrstoffe

Chemische Verbindung	Stoffbezeichnung
Organochlor-Biozide:	<ul style="list-style-type: none"> - DDT und Metaboliten - Lindan und Metaboliten - Pentachlorphenol (PCP) - 2,3,5,6-Tetrachlorphenol
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):	<ul style="list-style-type: none"> - Naphthalin - Acenaphthylen - Acenaphthen - Fluoren - Phenanthren - Anthracen - Fluoranthren - Pyren - Benz(a)anthracen - Chrysen - Benzo(b)fluoranthren - Benzo(k)fluoranthren - Benzo(a)pyren - Indeno(1,2,3cd)pyren - Dibenz(a,h)anthracen - Benzo(g,h,i)perylene - 1-Methylnaphthalin - 2-Methylnaphthalin
Schwermetallverbindungen:	<ul style="list-style-type: none"> - Arsen(III)-oxid - Quecksilber(II)-chlorid - Bleihydroxidkarbonat (Bleiweiß)
Flammschutzmittel:	<ul style="list-style-type: none"> - Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat - Tris-(2-butoxyethyl)-phosphat - Triphenylphosphat
Sonstige Verbindungen:	<ul style="list-style-type: none"> - Phthalsäure / Phthalsäureanhydrid

3 Eigenschaften der relevanten Gefahrstoffe

Erläutert werden die Hauptwirkungsweisen der gemäß Aufgabenstellung relevanten Gefahrstoffe sowie deren EU-GHS-Einstufung und Kennzeichnung.¹¹ Als Quelle dient die GESTIS-Stoffdatenbank, das Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.¹²

Substanz	Eigenschaften	Hauptwirkungsweisen	Nachweis im Sammelstaub
DDT und Metaboliten   	kristallin; farblos bis weißlich; geruchlos	akut: Reizung Augenschleimhäute, Störungen im Nervensystem chronisch: Wirkungen am Zentralnervensystem, wie Tremor und Hyperaktivität	L 6791 FM – 1 Depot M 5 L 6791 FM – 2 Depot M 11 L 6791 FM – 3 Depot Rittersaalboden
	EU-GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG Einstufung: Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311 Karzinogenität, Kategorie 2; H351 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Gefahrenhinweise - H-Sätze: H301+H311: Giftig bei Verschlucken oder bei Hautkontakt. H351: Kann vermutlich Krebs erzeugen. H372: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition. H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.		

Substanz	Eigenschaften	Hauptwirkungsweisen	Nachweis im Sammelstaub / Materialproben
Lindan (γ-HCH) und γ-PCH	kristallines Pulver; farblos; fast geruchlos	akut: Reizung Augenschleimhäute, Befindlichkeitsstörungen, neurotoxische Wirkung chronisch: neurotoxische Wirkung, Veränderungen des Blutbildes	Sammelstaubproben L 6791 FM – 1 Depot M 5 L 6791 FM – 3 Depot Rittersaalboden Untersuchungen von 2012 Materialprobe Dachbalken M 6 Materialprobe Fußboden M 9 Materialprobe Dachbalken M 8

¹¹ GHS = Global harmonisiertes System. Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen.

¹² Quelle online unter: <http://www.dguv.de/ifa/GESTIS/GESTIS-Stoffdatenbank/index.jsp>

**Lindan (γ -HCH)
und γ -PCH**






EU-GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG




Einstufung:



Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301
Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315
Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318
Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335
Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400





Gefahrenhinweise - H-Sätze:

H301: Giftig bei Verschlucken.
H315: Verursacht Hautreizungen.
H318: Verursacht schwere Augenschäden.
H335: Kann die Atemwege reizen.
H400: Sehr giftig für Wasserorganismen.


Substanz	Eigenschaften	Hauptwirkungsweisen	Nachweis im Sammelstaub / Materialproben
PCP	kristallin; weiß; phenolartiger Geruch	akut: schwere Störungen im zellulären Energiestoffwechsel, Reizwirkungen auf Augen, Haut und Atemwege chronisch: Reizwirkung auf Schleimhäute und Haut, Beeinflussung von Leberfunktionsparametern	Sammelstaubproben L 6791 FM – 1 Depot M 5 Untersuchungen von 2012 Materialprobe Dachbalken M 6
  	EU-GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG Einstufung: Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Akute Toxizität, Kategorie 3, Hautkontakt; H311 Akute Toxizität, Kategorie 2, Einatmen; H330 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315 Augenreizung, Kategorie 2; H319 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335 Karzinogenität, Kategorie 2; H351 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Gefahrenhinweise - H-Sätze: H301+H311: Giftig bei Verschlucken oder bei Hautkontakt. H330: Lebensgefahr bei Einatmen. H315: Verursacht Hautreizungen. H319: Verursacht schwere Augenreizung. H335: Kann die Atemwege reizen. H351: Kann vermutlich Krebs erzeugen. H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.		

Substanz	Eigenschaften	Hauptwirkungsweisen	Nachweis im Sammelstaub
2,3,4,5-Tetrachlorphenol als technische Verunreinigung in PCP-haltigen HSM (= Holzschutzmittel) 2,3,4,6-Tetrachlorphenol   	Kristallnadeln; farblos bis grau; phenolartiger Geruch	akut: Reizwirkung auf Schleimhäute und Haut, Schädigung des Nerven- und des Herz-Kreislaufsystems chronisch: Schädigung an Leber und Nieren	Sammelstaubproben L 6791 FM – 1 Depot M 5
EU-GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG Einstufung: Akute Toxizität, Kategorie 3, Verschlucken; H301 Reizwirkung auf die Haut, Kategorie 2; H315 Schwere Augenschädigung, Kategorie 1; H318 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition), Kategorie 3; H335 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gefahrenhinweise - H-Sätze: H301: Giftig bei Verschlucken. H315: Verursacht Hautreizungen. H318: Verursacht schwere Augenschäden. H335: Kann die Atemwege reizen. H400: Sehr giftig für Wasserorganismen.			

Substanz	Eigenschaften	Hauptwirkungsweisen	Nachweis im Sammelstaub
Fluoranthren als Beispiel für PAK  	Flocken, Pulver, fest kristallin gelb brennbar	akut: schwache Reizwirkung auf Schleimhäute und Haut chronisch: Verdacht auf mutagene und tumorgene Auswirkungen	L 6791 FM – 1 Depot M 5 L 6791 FM – 2 Depot M 11 L 6791 FM – 3 Depot Rittersaalboden
EU-GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG Einstufung: Akute Toxizität, Kategorie 4, Verschlucken; H302 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Gefahrenhinweise - H-Sätze: H302: Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.			

Substanz	Eigenschaften	Hauptwirkungsweisen	Nachweis Sammelstaub
Arsenik Arsen(III)-oxid    	kristallines Pulver oder glasige, amorphe Klumpen; weiß	akut: Reizwirkung auf Augen, obere Atemwege und Haut, Störungen im Herz-Kreislauf- und Nervensystem, Störungen im Magen-Darm-Trakt und der Stoffwechselfunktionen chronisch: Schleimhautschädigungen, irritativ und systemische bedingte Hautveränderungen, Gefäßschädigungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schädigung peripherer Nerven, Entwicklung von Lungentumoren	L 6791 FM – 1 Depot M 5 L 6791 FM – 3 Depot Rittersaalboden
EU-GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG Einstufung: Karzinogenität, Kategorie 1A; H350 Akute Toxizität, Kategorie 2, Verschlucken; H300 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410 Gefahrenhinweise - H-Sätze: H350: Kann Krebs erzeugen. H300: Lebensgefahr bei Verschlucken. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.			

Substanz	Eigenschaften	Hauptwirkungsweisen	Nachweis Sammelstaub
Sublimat Quecksilber(II)-chlorid	Pulver kristallin, weiß	akut: korrosive Wirkung auf Schleimhäute und Haut; hautsensibilisierendes Potential; bei Inhalation konz. Aerosole starke Schleimhautreizung bis Lungenschädigung; nach Verschlucken gastrointestinale Störungen, akute Nierenschädigung, Herz-Kreislauf-Störung chronisch: Kontaktdermatitis, gastrointestinale Störungen, Nierenfunktionsveränderungen	L 6791 FM – 1 Depot M 5 L 6791 FM – 3 Depot Rittersaalboden

<p>Sublimat Quecksilber(II)-chlorid</p> 	<p>EU-GHS-EINSTUFUNG UND KENNZEICHNUNG</p> <p>Einstufung: Keimzellmutagenität, Kategorie 2; H341 Reproduktionstoxizität, Kategorie 2; H361f Akute Toxizität, Kategorie 1, Verschlucken; H300 Akute Toxizität, Kategorie 1, Hautkontakt; H310 Spezifische Zielorgan-Toxizität (wiederholte Exposition), Kategorie 1; H372 Ätzwirkung auf die Haut, Kategorie 1B; H314 Gewässergefährdend, Akut Kategorie 1; H400 Gewässergefährdend, Chronisch Kategorie 1; H410</p> <p>Gefahrenhinweise - H-Sätze: H341: Kann vermutlich genetische Defekte verursachen. H361f: Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. H300: Lebensgefahr bei Verschlucken. H310: Lebensgefahr bei Hautkontakt. H372: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition. H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. H410: Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.</p>
--	--

Weitere Substanzen

Flammschutzmittel:	
Triphenylphosphat	<p>akut: geringe Reizwirkung auf die Augen bei direktem Kontakt; Magen-Darm-Beschwerden</p> <p>chronisch: Erniedrigung der Acetylcholinesterase (AChE) der Erythrozyten, Umweltgift, Fischgift</p> <p>Verwendung als Weichmacher und Flammschutzmittel</p>
Tris-(2-ethylhexyl)-phosphat	<p>keine GHS-Piktogramme keine H-Sätze</p> <p>Verwendung als Weichmacher und Flammschutzmittel</p>
Tris-(2-butoxy-ethyl)-phosphat	<p>keine GHS-Piktogramme keine H-Sätze</p> <p>Verwendung als Weichmacher und Lösemittel in Harzen</p>
Sonstige Verbindungen	
Phthalsäure	<p>akut: geringe Toxizität; bei sehr hoher Konzentration in Luft Reizung der Schleimhäute und Atemwege, nach oraler Aufnahme hoher Dosen gastrointestinale Beschwerden</p> <p>chronisch: aus dem beruflichen Umgang keine ausreichenden Angaben verfügbar Verwendung als Rohstoff für die Herstellung von Polyesterharzen, Weichmacher, Ausgangsstoff zur Darstellung vieler Farbstoffe und Pigmente</p>

4 Tätigkeitsprofil für Arbeiten mit Objektkontakt

Für Tätigkeiten bei Beräumung der Depoträume und Umzug der Kulturgüter bietet die Aufstellung einen Überblick zu den Personen mit direktem Objektkontakt (Tab. 06).

Tab. 06: Übersicht zu Personen mit direktem Objektkontakt in den Depoträumen in Burg Falkenstein

Exponierter Personenkreis:	<ul style="list-style-type: none"> - Museumsdirektion / Projektleitung - Fachrestauratoren der verschiedenen Materialgruppen - externe projektbezogene Fachplaner für die verschiedenen Materialgruppen mit Mitarbeitern - Kunsthistoriker - wissenschaftliche Mitarbeiter - Praktikanten und Volontäre - Ausführende Firmen zur Beräumung der Depoträume - Firmen für Kunsttransporte - Mitarbeiter der Reinigungsfirma - Mitarbeiter des Sicherheitsdienstes - ausführende Handwerker und Techniker zur Instandhaltung und Betreuung der Depoträumlichkeiten
Arbeitszeiten:	Vollzeit oder Teilzeit projektbezogener Arbeitsblock
Aufenthaltsdauer im Schwarzbereich:	stark variierende Zeitspannen von wenigen Minuten bis zu 8 Stunden täglich in Abhängigkeit von der durchzuführenden Tätigkeit

Allgemeine Tätigkeiten

- Grundreinigung der Räume mit erwarteter starker Staubentwicklung
- Objektsichtung zur Angebotserstellung
- fach- und sachgerechtes Objekthandling
- Erstellen von Objektlisten und projektbegleitende Dokumentation
- Gruppierung und Zusammenführung von Objektteilen
- Gruppierung und Zusammenführung von Objektgruppen
- Verpackung und Transportvorbereitung
- Durchführung der Objekttransporte

Konservatorische Maßnahmen

- Durchführung und Protokollieren von Klimamessungen
- Oberflächenreinigung an ausgewählten Objekten zur Minimierung anhaftender Stäube inklusive biozider Kontaminanten
- Oberflächenreinigung und Desinfektion von Partien mit mikrobiellem Befall
- Ausführung von Notsicherungen

Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf eine Vollständigkeit des Tätigkeitsprofils. Bei allen genannten Tätigkeiten ist jedoch ein direkter Kontakt mit dem Kulturgut oder mit kontaminierten Stäuben gegeben. Erwartet wird ein fachgerechtes Handling unter Einhaltung der Vorgaben zum Arbeitsschutz. Beim Umgang mit den Objekten ist mit einer erhöhten Staubentwicklung zu rechnen.

5 Emissions- und Expositionsabschätzung

Emissionsabschätzung

Die mittels der bereits durchgeführten naturwissenschaftlichen Untersuchungen nachgewiesenen auftretenden Emissionen ergeben sich im Wesentlichen aus den Stoffeigenschaften der detektierten Gefahrstoffe. Die Emissionen sind entweder partikelgebunden oder befinden sich in der Raumluft. Vor allem der über die Jahre angesammelte Liegestaub und die an den Objekten anhaftenden Verschmutzungen stehen im Fokus der Betrachtungen. In der Raumluft sammeln sich vor allem die leicht- und mittelflüchtigen Substanzen oder durch Bewegung aufgewirbelte Partikel.

Ursache: in Objekte eingetragene Biozide

Die teils seit Jahrhunderten zur präventiven und aktiven Behandlung von Schädlingsbefall in das Kulturgut eingebrachten Wirkstoffe und Hilfsmittel stellen eine Quelle der Emission von Gefahrstoffen dar. Es treten sowohl eine primäre Kontamination durch direkten Eintrag von Mitteln zur Schädlingsbekämpfung oder eine sekundäre Kontamination durch Verschleppung und Verteilung der bioziden Substanzen im Raum und auf benachbarte Objekte auf. In den Depoträumen befinden sich Möbel, dazugehörige Objektteile und weitere Gegenstände zur Raumausstattung aus unterschiedlichsten Werkstoffen oder Materialkompositen. Organische Materialien mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit einer Anwendung von präventiver oder aktiver Schädlingsbekämpfung sind: Holz, Textilien, Leder, Papier, Federn u. a.

Ursache: im Raum verarbeitete Materialien

In diese Rubrik gehören die Emissionen aus der Dachkonstruktion sowie deren bauliche Verschalung. Am Dachstuhl wurden über die Jahrhunderte mehrfach Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung und -prävention ausgeführt. Weiter zählen zu dieser Kategorie die vorhandenen Depotausstattungen, Lagerungssysteme und auch die Verpackungsmaterialien. Bei der Ursachenfindung sind gegebenenfalls die verwendeten Werkstoffe für Wandanstriche, inklusive verarbeiteter Bindemittel und Füllstoffe sowie die Zusammensetzung von ausgeführten Flammenschutzanstrichen mit einzubeziehen. Dies erscheint aufgrund der baulichen Gegebenheiten auf Burg Falkenstein und der Ausstattung der Depoträume relevant. Die vorhandenen Lagerungssysteme und Einbauten aus rohem Holz können vermutlich als emissionsarm eingestuft werden.

Ursache: Bau und Raumklima

An dieser Stelle sei auf die im Jahreszyklus auftretenden Feuchtigkeits- und Temperaturschwankungen in den Depoträumen hingewiesen. Die Temperatur beeinflusst maßgeblich die Migration der Kontaminanten an die Objektoberflächen und eine Anreicherung derselben im Liegestaub. Die Feuchtigkeit wird von allen in den Räumen befindlichen hygroskopischen Materialien und Oberflächen aufgenommen und wieder abgegeben. Erhöhte Feuchtigkeit über einen längeren Zeitraum kann zur Bildung von

mikrobiellem Befall führen. Bei offener Lagerung der Kulturgüter ohne Abdeckung ist auf die Option zur Verschleppung und Verbreitung der Schimmelpilzsporen hinzuweisen.

Für die nachgewiesenen historischen Wirkstoffe ist eine sehr breite Anwendung zur Schädlingsprävention und -bekämpfung in vielen Lebensbereichen bekannt. Es wurden und werden keine ausschließlich für Kulturgüter geeignete Biozide entwickelt. Die Auswahl und der Einsatz erfolgten in Abhängigkeit vom Material und der Art der Schädlinge. Die analysierten Substanzen sind als Teil der Objektgeschichte zu dokumentieren.

Expositionsabschätzung

Für den Menschen sind drei Expositionswege möglich: a) inhalativ – durch Einatmen;
b) dermal – durch Hautkontakt oder c) oral – durch Verschlucken.

Der Hauptaufnahmeweg verläuft unter Berücksichtigung der Tätigkeitsprofile über den Atemtrakt. Eine inhalative Aufnahme ist in Form von Stäuben, aber auch von Dämpfen möglich. Flüchtige Stoffe können als Gase oder Dämpfe eingeatmet werden. Für die Expositionsabschätzung sind Parameter wie Siedepunkt und Dampfdruck des Stoffes sowie die Temperatur entscheidend. Weniger flüchtige Stoffe, Lösungen oder Feststoffe können als Aerosole oder Stäube über die Atemwege aufgenommen werden. Hierfür sind dann Stäubungsverhalten oder Aerosolbildung die entscheidenden Faktoren. In Einzelfällen sind Übergänge zwischen beiden Betrachtungen zu berücksichtigen. Bei ungeschütztem Umgang ist die Hautresorbierbarkeit nicht zu vernachlässigen. Einerseits werden die Gefahrstoffe durch den Direktkontakt über die Hände, Arme u. a. aufgenommen. Andererseits fungiert die Haut auch als Atemorgan und sollte dementsprechend geschützt werden. Eine orale Aufnahme wäre beispielsweise bei der Ausführung restauratorische Maßnahmen – wie eine enzymatische Reinigung mit Speichel – möglich, wenn ungenügend auf die persönliche Arbeitshygiene geachtet würde. Beim Umgang mit und der Bearbeitung von kontaminiertem Kulturgut greifen die Vorgaben zum Tragen von persönlichem Arbeitsschutz.

Vorsicht ist bei allen Tätigkeiten direkt am Kulturgut geboten!

6 Schutzstrategie

Für die Entwicklung der Schutzstrategie gibt es im Arbeitsschutz eine Maßnahmenhierarchie nach dem TOP-Prinzip – (T)echnische, (O)rganisatorische und (P)ersonenbezogene Maßnahmen.

6.1 Technische Schutzmaßnahmen

Bei der Umsetzung der technischen Schutzmaßnahmen sind die Gegebenheiten vor Ort einzubeziehen. Hauptziel der Maßnahmen ist ein sach- und fachgerechter Schutz vor den im Staub gebundenen Kontaminanten. Mit der internationalen Norm IEC 60 335-2-69 können Stäube in drei verschiedene Staubklassen unterteilt werden: L, M und H. Bei den im Tätigkeitsprofil beschriebenen Arbeiten im kontaminierten Bereich ist von der Staubklasse H auszugehen (Tab.07)

Tab. 07: Übersicht zur Einteilung der Staubklassen nach Norm IEC 60 335-2-69

Staubklasse	Abscheidegrad Filtersystem	Eignung
L¹⁴	> 99 %	AGW-Wert: Stäube mit Grenzwerten für Substanzen > 1 mg/m ³
M¹⁵	> 99,9 %	AGW-Wert: Gesundheitsgefährdende Stäube mit Grenzwerten ≥ 0,1 mg/m ³ , z.B. Holzstäube
H¹⁶	> 99,995 %	AGW-Wert: Gesundheitsgefährdende Stäube mit Grenzwerten < 0,1 mg/m ³ , z.B. krebserzeugende Stäube, Stäube mit Krankheitserregern

Während der Beräumung der Depots im Dachgeschoss von Burg Falkenstein werden alle Räume als Schwarzbereich klassifiziert. Es wird keine Schleuse gefordert. Übergänge vom Weißbereich (Ausstellung, Hofbereich, Verwaltungsräume, Sanitäranlagen) zum Schwarzbereich (Depots mit Vorräumen, Treppenhäuser) sind als solche zu kennzeichnen, damit der räumliche Beginn des Schwarzbereiches deutlich wahrnehmbar wird.

Es existieren keine Lüftungsanlagen in den Depoträumen. Die Verbesserung der Raumluft im jeweiligen Depot während der Umlagerung der Kulturgüter ließe sich durch Aufstellen von **mobilen Luftreinigungsanlagen mit Filtersystemen der Kategorie H** erreichen. Mit dieser Maßnahme können sowohl in der Raumluft befindliche Gefahrstoffe, aufgewirbelte Staubpartikel und auch Schimmelsporen reduziert werden. Bei Arbeiten an den Objekten sowie Reinigungsarbeiten im Raum sind ausschließlich Sauggerät **mit der Filterklasse H** zu verwenden. So ist eine Verschleppung und Verteilung der kontaminierten Stäube und Rückstände von mikrobiellem Befall zu minimieren.

Die Einrichtung eines Schwarz-Weiß-Bereiches wird für die vorgesehene Maßnahme aufgrund der räumlichen Beengtheit und fehlender Praktikabilität nicht empfohlen. Daher ist ein regelmäßiger Turnus zur Grundreinigung um so wichtiger. Empfohlen wird die trockene

Reinigung der Verkehrswege vor Beginn der Maßnahmen mit einem entsprechend ausgerüstetem Staubsauger. Als abschließende Arbeit sollten alle freigeräumten Bereiche täglich einer Grundreinigung durch Saugen unterzogen werden. Besonders beachtet werden sollten die während der Maßnahme genutzten Treppenaufgänge. Werden diese für die Beräumung genutzt, sind die Aufgänge für den Besucherverkehr zu sperren und erst nach erfolgter Reinigung wieder freizugeben. Eine Gerätebetreuung und der Wechsel der Filter und Staubsaugerbeutel muss in das Tätigkeitsprofil eines verantwortlichen Mitarbeiters einbezogen werden.

Der Auftraggeber muss den ausführenden Mitarbeitern Waschgelegenheiten und einen Raum zum Kleiderwechsel und Anlegen der persönlichen Schutzkleidung bereitstellen. Es fehlen räumlich nahe gelegene sanitäre Anlagen zur ausführlichen Körperreinigung nach Absolvierung der Arbeitsblöcke. Weiter ist das Bereithalten und die Funktionsfähigkeit von Augen- und Notbrausen zu überprüfen und zu gewährleisten.

6.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Das Personal wird anhand der Betriebsanweisung über Gefahren und Schutzmaßnahmen ein- und unterwiesen. Mit dem Führen einer Unterschriftenliste genügt der Arbeitgeber der Nachweispflicht. Die Unterweisung erfolgt vor Beginn der Arbeiten. Die Durchführung obliegt dem Arbeitsschutzbeauftragten. Das Museum ist verpflichtet, die Information über die Gefahrstoffbelastung an beauftragte Fremdfirmen sowie bei Instandhaltungsarbeiten an die Ausführenden weiterzugeben. Bei zukünftigen Ausschreibungen ist die Belastung des Kulturgutes mit Schadstoffen im Leistungsverzeichnis zu vermerken, damit sich der Auftragnehmer darauf einstellen und seinerseits für die eigene und die Sicherheit seiner Mitarbeiter sorgen kann. Im Streit- oder Schadensfall kann das Museum so nachweisen, der Pflicht zur Deklaration nachgekommen zu sein.

Die Zahl der Mitarbeiter, die Tätigkeiten mit kontaminierten Objekten auszuführen haben, ist so klein wie möglich zu halten. Es gelten strikte Beschäftigungsbeschränkungen für Jugendliche nach dem Jugendarbeitsschutzgesetz und für werdende und stillende Mütter nach der Mutterschutzrichtlinienverordnung. Das Betreten der Betriebsbereiche ist nur den Beschäftigten gestattet. Entsprechende Hinweisschilder sind anzubringen. Dieser Pflicht wird durch die sichtbare Aufhängung der Betriebsanweisung genüge getan.

Im Betriebsablauf hat eine regelmäßige Grundreinigung der Räume, Anlagen und Geräte zu erfolgen. Bei hoher Wahrscheinlichkeit für eine Exposition – z. B. beim Wechsel von Filtern – sind diese Tätigkeiten unter Einhaltung des persönlichen Arbeitsschutzes vorzunehmen. Gebrauchte Filter müssen fachgerecht, z. B. durch Abgabe bei einer Stelle zur Gefahrstoffannahme, entsorgt werden.

Allgemeine Empfehlungen

- Achten auf Sauberkeit am Arbeitsplatz
- Vermeidung und Minimierung von Staubbildung (Einsatz mobiler Abzugsanlagen)
- Vermeidung von Staubablagerungen
- Vermeidung der Verschleppung der Kontaminanten
- Vermeidung eines direkten ungeschützten Kontaktes mit den Emissionsquellen

6.3 Persönliche Schutzmaßnahmen

BGR 128 18.2: „Der Arbeitnehmer/Auftragnehmer hat dafür zu sorgen, dass die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen getragen und benutzte kontaminierte persönliche Schutzausrüstungen ordnungsgemäß gereinigt, soweit erforderlich gewartet, oder entsorgt werden.“

Allgemeine Anforderungen zum Arbeiten in kontaminierten Bereichen:

- nur aufgeklärtes auf die Problematik sensibilisiertes Personal
- für alle Personen gelten gleiche Anforderungen und Nachweispflichten
- Einhaltung der Betriebsanweisungen
- Durchführung von Tauglichkeitsuntersuchungen
- Beachtung des Schwarz-Weiß-Regimes
- Rauch-, Ess- Trinkverbot im Schwarzbereich
- Einhaltung der Tragezeitbegrenzung
- Reinigung/Einhalten der Grundhygiene vor Arbeitspausen und Toilettengang
- Verbot von Alleinarbeit
- Kennzeichnung der Gefahrenbereiche
- Zutrittsverbot für Unbefugte

Arbeitshygiene:

In Arbeitsbereichen dürfen keine Nahrungs- und Genussmittel aufgenommen werden. Für Pausen sind geeignete Räumlichkeiten bereitzustellen. Eine Berührung der kontaminierten Objekte mit bloßer Haut oder ungeschützten Händen ist zu vermeiden. Im Fall eines Kontaktes ist eine Hautreinigung erforderlich. Das Einatmen von Stäuben ist zu vermeiden. Die Berührung mit der Kleidung ist zu vermeiden. Verunreinigte Kleidung sollte gewechselt und gründlich gesäubert werden. Für die Pausen sowie den Toilettengang ist gegebenenfalls die Arbeitskleidung zu wechseln. Getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeitskleidung sollten zur Verfügung gestellt werden. Geeignet sind beispielsweise Kleiderspinde aus lackiertem Metall. Vor Pausen und bei Arbeitsende ist eine Hautreinigung mit Wasser und Seife, gegebenenfalls mit geeignetem Desinfektionsmittel erforderlich. Nach der Reinigung können Hautpflegemittel aufgetragen werden.

Tab. 08: Beispiele für gesetzliche Grundlagen für den persönlichen Arbeitsschutz

Gesetzliche Grundlagen zur Erarbeitung des notwendigen persönlichen Arbeitsschutzes:
<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Schutzkleidung (BGR 189) • Benutzung von Atemschutzgeräten (BGR 190) • Benutzung von Fuß- und Beinschutz (BGR 191) • Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz (BGR 192) • Benutzung von Kopfschutz (BGR 193) • Einsatz von Schutzhandschuhen (BGR 195)

Tab. 09: PSA-Ausstattung für das Beräumen der Depoträume und den Umzug der Kulturgüter

Anforderungen an den persönlichen Arbeitsschutz bei Arbeiten im kontaminierten Bereich in den Depoträumen von Burg Falkenstein
<ul style="list-style-type: none"> • Körperschutz durch Schutzanzug Typ 5/6 mit langen Ärmeln und Kapuze • Atemschutzmaske mit Kombinationsfilter A2-FFP3 • bei Halbmasken Augenschutz-Gestell mit Seitenschutz • bei Atemschutz mit Gebläseunterstützung bietet die Kopfhaube ausreichenden Augenschutz • Fuß- und Beinschutz durch festes bequemes Wechselschuhwerk • Handschutz durch Einweghandschuhe aus Nitrilkautschuk; angemessen häufiger Wechsel im Gebrauch; direkter Austausch notwendig, wenn Vergilbungen an Handschuhen sichtbar werden oder Risse auftreten

Bei der Verwendung von Handschuhen aus Nitrilkautschuk ist darauf zu achten, dass diese häufig genug gewechselt werden, um einen Durchbruch und damit gegebenenfalls eine Aufnahme über die Haut zu vermeiden. Die Bewertung des Arbeitsschutzes richtet sich nach geltenden DIN-Normen und den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS).

Ein sicherer und risikominimierter Umgang mit den kontaminierten Objekten lässt sich durch das Einhalten persönlicher Schutzmaßnahmen (PSA) erzielen. Für die Bewertung wurden die Ergebnisse aus den für die Gefährdungsanalyse vorliegenden naturwissenschaftlichen Untersuchungen mit dem Kenntnisstand zum November 2022 herangezogen (Tab. 08 bis 11). Bei veränderter Sachlage sowie dem Auftreten oder der Ermittlung weiterer Gefahrstoffe ist die Gefährdungsanalyse zu überprüfen und jeweils anzupassen. Für weiterreichende Informationen bietet die GESTIS-Stoffdatenbank ein übersichtliches und gut strukturiertes Werkzeug zur Beschreibung und gesundheitlich relevanten Beurteilung von Einzelsubstanzen im aktuellen Stand.¹³

¹³ Siehe hierzu auch: GESTIS-Stoffdatenbank – Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung): GESTIS-Stoffdatenbank, online unter: www.dguv.de/ifa/gestis-stoffdatenbank

Tab. 10: Übersicht zum persönlichen Arbeitsschutz anhand ermittelter Gefahrstoffen. Stand November 2022

	Schutzkleidung säure- und lösemittelbeständig	Körperschutz Schutzanzug Typ 5/6	Atemschutz Filter FFP3	Atemschutz Filter FFP2 oder FFP3	Atemschutz Filter A	Atemschutz Filter A-FFP2 oder A-FFP3	Atemschutz Filter E	Atemschutz Filter B-P2 und B-P3	Augenschutz Gestell-brille mit Seitenschutz	Handschuhe Einweg-Nitrilkautschuk
DDT und Metaboliten		x		x					x	X
Lindan (γ -HCH) und γ -PCH		x				x			x	X
Pentachlorphenol (PCP)		x				x			x	X
2,3,4,5-Tetrachlorphenol		x		x					x	X
Naphthalin		x				x			x	X
Fluoranthren		x		x					x	X
Sublimat		x				x			x	X
Arsenik		x				x			x	X
Triphenylphosphat		x				x			x	X
Phthalsäure		x				x			x	X
Schimmelpilzsporen		x	x						x	X

Eine umfassende Sicherheit gegenüber den aufgelisteten Gefahrstoffen und auch möglichen Rückstände von mikrobiellem Befall inklusive Schimmelpilzsporen ist für die Mitarbeiter mit dem in Tabelle 09 aufgeführten Standard an persönlicher Schutzausrüstung gewährleistet.

Tabelle 10 zeigt die Ableitung zur Filterklasse des notwendigen Atemschutzes. Ausschlaggebend ist die höchste Stufe. Der Kombinationsfilter A2-FFP3 schützt gegen organische Gase und Dämpfe mit Siedepunkt > 65°C, feste und flüssige Partikel, radioaktive und hochgiftige Partikel, sowie Bakterien und Viren. Das Tragen des Arbeitsschutzes ist auf die Dauer von maximal 120 min pro Arbeitsblock begrenzt. Danach ist eine Unterbrechung zur Regeneration von mindestens 30 min erforderlich. In diesem Zeitraum können Tätigkeiten, die keine Exposition gegenüber Gefahrstoffen gewährleisten, angeordnet werden.

Eine Pflicht zum Gebrauch der persönlichen Schutzkleidung und des Atemschutzes besteht, sobald an kontaminierten Kulturgütern gearbeitet wird oder diese transportiert werden. Der Arbeitnehmer verpflichtet sich zur Instandhaltung und Pflege der ihm zur Verfügung gestellten Ausrüstung.

Tab. 11: Weitere Angaben zum PSA beim Arbeiten in kontaminierten Bereichen in den Depoträumen

Schutzanzüge	
Körperschutzkleidung	Anwendung
Schutzkleidung nach Typ 5 gegen Partikel fester Chemikalien (gemäß Norm DIN EN ISO 13982) Der Anzug muss die Minimum Innenleakage-Werte erfüllen.	für viele biozidbelastete Stäube bei Tätigkeiten im Kulturgüter-schutz geeignet

Atemschutzmasken mit Partikelfilter
<p>Partikelfilter werden entsprechend ihrer Leistung in die folgenden Partikelfilterklassen eingeteilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P1 (geringes Abscheidevermögen) • P2 (mittleres Abscheidevermögen) • P3 (hohes Abscheidevermögen). <p>Sie sind nach DIN EN 143 durch den Kennbuchstaben P, die Partikelfilterklasse, den Kennbuchstaben bezüglich der Wiederbenutzbarkeit und die Kennfarbe Weiß gekennzeichnet.</p>

Fuß- und Beinschutz	Augen- und Gesichtsschutz
<ul style="list-style-type: none"> • festes geschlossenes Schuhwerk • Tragekomfort und Bequemlichkeit • gegebenenfalls Einweg-Füßlinge • Beinschutz durch Arbeitsanzug oder Stulpen • gegebenenfalls Bein- und Knieschutz durch Protektoren • gegebenenfalls Knieschützer 	<ul style="list-style-type: none"> • Brille mit Seitenschutz • Halb- und Vollmasken mit Sichtfenster • Softhauben mit Sichtfenster und Gebläseeinheit • Spezialbrillen in Abhängigkeit von Gefährdung (mechanisch, optisch, chemisch, thermisch, biologisch oder elektrisch)

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)

7 Deklarationspflicht

Bereits bei einem Verdacht auf das Vorhandensein von Gefahrstoffen im Arbeitsbereich entstehen für den Arbeitgeber und Arbeitnehmer bzw. Auftraggeber und Auftragnehmer verschiedene Verpflichtungen (Tab. 12).

Tab. 12: Übersicht zu den Pflichten bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen:

Pflichten bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen	
Ermittlungspflichten	Grundlagenermittlung zur vorliegenden Kontamination und Gefährdungsbeurteilung
Dokumentationspflichten	Auflistung der Gefahrstoffe Arbeits- und Sicherheitsplan/ Betriebsanweisung Kennzeichnung kontaminierter Bereiche Kennzeichnung und Vermerk kontaminierter Objekte Aktenvermerk in Datenbanken Hinweis und Vermerk in Unterlagen zum Objekt
Allgemeine Arbeitsschutzpflichten für die Arbeitnehmer	Technische Schutzmaßnahmen Organisatorische Schutzmaßnahmen Persönliche Schutzmaßnahmen Tauglichkeitsuntersuchungen Biomonitoring
Überwachungspflichten	Kontrolle zur Umsetzung der Anordnungen Erfolgskontrolle zu durchgeführten Maßnahmen
Schulungs- und Unterweisungspflichten	Einweisung und Weiterbildung Betriebsanweisung Verständlichkeit für Arbeitnehmer!
Entsorgungsaufgaben	Pflicht zur fachgerechten Entsorgung
Anzeigepflichten	Aufklärung zu Arbeiten in kontaminierten Bereichen Offenlegung bei Ausschreibungen und Beauftragungen Anzeige bei Berufsgenossenschaften und/oder staatlichen Behörden
Nachweispflicht im Schadensfall zur Klärung von strafrechtlichen Folgen, Ordnungswidrigkeiten und Schadensersatz	

Der Ermittlungspflicht wurde mit dem durchgeführten Schadstoffscreenings sowie der hier vorgelegten Gefährdungsanalyse genüge getan. Die entwickelte Schutzstrategie ist für alle Mitarbeiter verbindlich wirksam. Eine ausführliche Ein- und Unterweisung in die Problematik steht noch aus.

Gebrauchte Filter und Schutzkleidung sind fachgerecht zu entsorgen. Die örtlichen Sammelstellen für Gefahrstoffe nehmen die gebrauchten Ausrüstungen zum Arbeitsschutz an und stellen jeweils die Bestätigung zur fachgerechten Entsorgung aus.

Werden Aufträge nach außen vergeben, ist bereits im Leistungsverzeichnis und in der Ausschreibung auf das Vorhandensein von Gefahrstoffen und die Notwendigkeit für das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung bei Tätigkeiten an kontaminierten Objekten hinzuweisen.

8 Zusammenfassende Handlungsempfehlungen

Die Gefahrstoffermittlung erfolgte auf der Basis von 2012 und 2018 durchgeführten naturwissenschaftlichen Untersuchungen und auf den Ergebnissen des aktuellen Schadstoffscreenings an drei Sammelstaubproben. Es wurden verschieden biozide Wirkstoffe detektiert, die das Einbringen von Holzschutzmitteln, Insektiziden, Fungiziden und begleitenden Hilfsmitteln über Jahrzehnte bis Jahrhunderte bestätigen. Bei der Bewertung wurden sowohl die in die Kulturgüter eingetragenen als auch im Baukörper und in der Ausstattung befindliche Gefahrstoffe einbezogen. Wesentliches Augenmerk ist auf die im Staub eingelagerten Kontaminanten zu richten.

Die Depoträume, Vorräume und Treppenhäuser sind als kontaminierte Arbeitsbereiche zu definieren und zu kennzeichnen. Bei der Bearbeitung von und dem Umgang mit den Objekten ist auf die Einhaltung des persönlichen Arbeitsschutzes zu achten. Es ist ein System zur täglichen Grundreinigung der Depoträume während des Zeitraums der Beräumung zu etablieren. Bei Reinigungsarbeiten sind ausschließlich mit der Filterklasse H ausgestattete Saugergeräte zu verwenden. Empfohlen wird zudem die Aufstellung von mobilen Raumluftfiltern.

Eine umfassende Reinigung der Objektoberflächen vor der Umlagerung ist vor Ort in den Depoträumen nicht vorgesehen. Wenn von einzelnen stark verschmutzten horizontalen Partien an Kulturgütern Staub abgenommen werden soll, kann dies mit Einweg-Staubwedeln aus weichem Mikrofaservlies erfolgen. Die benutzten Staubwedel werden – wie auch die Ausrüstung für den persönlichen Arbeitsschutz – gesammelt und fachgerecht entsorgt.

Bei Tätigkeiten an den kontaminierten Kulturgütern sind die erarbeiteten Anforderungen an den persönlichen Arbeitsschutz bindend. Es handelt sich um Verbrauchsmaterialien, die sowohl für interne Mitarbeiter als auch von externen ausführenden Firmen in ausreichender Menge vorgehalten werden müssen:

- Körperschutz durch **Schutzanzug Typ 5/6** mit langen Ärmeln und Kapuze
- **Atemschutzmaske** mit Kombinationsfilter A2-P3
- bei Halbmasken **Augenschutz**-Gestell mit Seitenschutz / bei Atemschutz mit Gebläseunterstützung bietet die Kopfhaube ausreichenden Augenschutz
- Fuß- und Beinschutz durch **festes bequemes Wechselschuhwerk**
- Handschutz durch **Einweghandschuhe aus Nitrilkautschuk**; angemessen häufiger Wechsel notwendig, sobald Vergilbungen sichtbar sind oder Risse auftreten

Schutz geht vor Risiko!

Nach der Umlagerung der mobilen Kulturgüter aus der Sammlung von Burg Falkenstein in ein provisorisches Zwischendepot ist auf die Einhaltung gleichmäßig stabiler klimatischer Bedingungen zu achten. Auch am neuen Standort ist mit einer Betriebsanweisung auf das Vorhandensein von Gefahrstoffen hinzuweisen. Empfohlen wird weiter ein kontinuierliches Monitoring auf aktiven Schädlingsbefall.

Bei Änderungen der Ausgangssituation, dem Auftreten oder Bekanntwerden weiterer Gefahrstoffe sowie dem Einsatz von Lösemitteln bei restauratorischen Leistungen ist eine Anpassung der Gefährdungsanalyse notwendig.



Dipl. Rest. Anke Weidner M.A.

Berlin, 18.11.2022

Sachkunde für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen nach DGUV Regel 101-004 Kontaminierte Bereiche Anhang 6A und 6B (bis 2014 BGR 128 6A und 6B) und Fachkunde für Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen nach TRGS 524 2A und 2B