



# sicherheits leitfaden kulturgut



Bundesamt  
für Bevölkerungsschutz  
und Katastrophenhilfe

**SiK**  
SicherheitsLeitfaden  
Kulturgut ein projekt der  
konferenz nationaler kultureinrichtungen





# sicherheits leitfaden kulturgut







## Grußwort

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) ist eine Behörde, die mit ihrer Vorgängerin seit mehr als 60 Jahren für den Schutz der Bevölkerung im Verteidigungsfall zuständig ist. Damals wurde sie unter dem Eindruck eines drohenden Nuklearkrieges gegründet – heute beschäftigen wir uns mit vielen weiteren Herausforderungen: Klimawandel, Terror, Cyberattacken und damit, wie wichtige sogenannte Kritische Infrastrukturen vor Gefahren zu schützen sind. Zu diesen Kritischen Infrastrukturen zählen wir auch bedeutsames Kulturgut und Einrichtungen, die diese Kulturgüter bewahren, wie etwa Museen, Bibliotheken und Archive.

Für unsere Aufgaben im Kulturgutschutz stützen wir uns auf das Völkerrecht. Die Haager Konvention zum Schutz von Kulturgut bei bewaffneten Konflikten von 1954 ist für das BBK die gesetzliche Grundlage. Sie hat zum Ziel, bedeutsames Kulturgut vor unwiederbringlichem Verlust zu schützen. Hier bietet der SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut eine herausragende Möglichkeit, denn SiLK ist ein Instrument der Prävention zum Schutz von Kulturgut im Verteidigungsfall und gleichzeitig für allgemeine Gefahrenlagen wie beispielsweise Brand, Hochwasser oder auch Schädlingsbefall. Das BBK fördert das Projekt SiLK seit 2016 und es folgt damit maßgeblich seiner Maxime: das Risikobewusstsein stärken und Vorsorge betreiben.

Unser Ziel ist es, Prävention und ein professionelles Risiko- und Krisenmanagement in Kulturgut bewahrenden Einrichtungen noch stärker zu verankern und noch enger mit den vielfältigen Themen des BBK zu verknüpfen. Die vorliegende Publikation ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung.

### Peter Lauwe

Referatsleiter Risikomanagement und Schutzkonzepte Kritischer Infrastrukturen /

Kulturgutschutz nach Haager Konvention

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe



## Grußwort

Manchmal bedarf es zunächst einer Katastrophe, um einen Prozess in Gang zu setzen, der lange überfällig war. Genauso war es mit dem SiLK-Projekt: Während des Hochwassers der Elbe im Jahr 2002 waren nicht nur international bedeutende Kulturobjekte der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden bedroht, sondern es verursachte auch einen Schaden in Millionenhöhe. Im Jahr 2004 führte der verheerende Großbrand der zum Weltkulturerbe gehörenden Herzogin Anna Amalia Bibliothek der Klassik Stiftung Weimar zu enormen Verlusten. In der Folge beider Ereignisse wurde von diesen Institutionen im Verbund mit der Konferenz Nationaler Kultureinrichtungen (KNK) eine Diskussion in Gang gesetzt, inwiefern solchen und ähnlichen Katastrophen durch Maßnahmen präventiv entgegengewirkt werden kann.

Die KNK ist ein Zusammenschluss derjenigen Kultureinrichtungen, die auf Veranlassung der Bundesregierung im Zusammenhang mit dem Einigungsvertrag von Prof. Dr. Paul Raabe als „Kulturelle Leuchttürme in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen“ evaluiert und im so genannten Blaubuch definiert wurden. Sie dient dem Austausch und der strategischen Abstimmung. Sowohl die Staatlichen Kunstsammlungen Dresden als auch die Klassik Stiftung Weimar sind neben mehr als 20 weiteren Kultureinrichtungen Mitglieder der KNK.

Dank der finanziellen Unterstützung durch den bzw. die Beauftragte(n) der Bundesregierung für Kultur und Medien mündete die Diskussion in die Erstellung und kostenfreie Bereitstellung des SicherheitsLeitfadens Kulturgut – SiLK, der nicht nur von den Einrichtungen der KNK, sondern von allen Kultureinrichtungen genutzt werden kann. Dieser genießt mittlerweile ein so großes Renommee, dass diese Expertise für den Schutz der Kulturgüter über die Grenzen Deutschlands hinweg genutzt wird. Dabei sind zwei Grunderkenntnisse wesentlich:

- 
1. Kulturgüter lassen sich zwar versichern, und bei Verlust bzw. Beschädigungen kann man einen monetären Gegenwert hierfür erhalten, das originale und authentische, einmalige Objekt ist im Falle einer Katastrophe unter Umständen aber dennoch un wiederbringlich verloren. Es lässt sich weder ersetzen noch reproduzieren. Aus diesem Grund bedarf es besonderer Anstrengungen von Schutzmaßnahmen.
  2. Mittel- und langfristig rechnet es sich auch wirtschaftlich, prophylaktisch in einen guten Kulturgutschutz zu investieren. Häufig liegen sogar die Folgekosten von Katastrophen weit höher, als wenn man bereits im Vorfeld regelmäßig in die Vorsorge investiert.

Welche Bedeutung dieses Denken hat, zeigte sich gerade wieder bei der jüngsten Hochwasserkatastrophe in Teilen von Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen. Und durch den Klimawandel wird der Schutz des Kulturguts noch vor ganz andere, umfassendere Herausforderungen gestellt, deren Ausmaße wir heute nicht einmal ansatzweise abschätzen können.

Die KNK ist deshalb froh, dass SiLK seit der Gründung kontinuierlich an diesen Themen arbeitet. Wir danken dem Bund für die Anschubfinanzierung und dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), dass es SiLK 2016 in seine Agenda aufgenommen hat. Ferner danken wir den SiLK-Mitarbeiterinnen, die sich seit vielen Jahren mit großem Enthusiasmus intensiv für den Kulturgutschutz einsetzen, was letztlich eine nationale Angelegenheit ist. Die KNK wird den Mitarbeiterinnen auch in Zukunft beratend zur Seite stehen, auch wenn ihr SiLK-Projekt mittlerweile „erwachsen“ geworden ist.

Im Namen der Konferenz Nationaler Kultureinrichtungen

**Dr. Olaf Thormann**

Direktor GRASSI Museum für Angewandte Kunst, Leipzig  
Sprecher der KNK

**Thomas Bauer-Friedrich**

Direktor Kunstmuseum Moritzburg Halle (Saale)  
Sprecher der KNK

**Clemens Birnbaum**

Direktor Stiftung Händel-Haus, Halle (Saale)  
SiLK-Projektbetreuer seitens der KNK

## Vorwort

**Liebe Leserin, lieber Leser,**

Der SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut wurde ab 2006 im Auftrag der Konferenz Nationaler Kultureinrichtungen (KNK) entwickelt, um den Verantwortlichen in Museen, Archiven und Bibliotheken ein praktisches Instrument an die Hand zu geben, mit dessen Hilfe sie sich zu allen Fragen der Sicherheit und des Kulturgutschutzes informieren und evaluieren können.

Seit 2008 steht das interaktive Tool auf der Website der KNK zur Verfügung und wird seit 2016 vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) gefördert. Den SicherheitsLeitfaden Kulturgut gibt es inzwischen auch auf Englisch und Arabisch. Seit Juli 2021 ist SiLK in neu gestalteter und vollständig aktualisierter Form verfügbar und dadurch noch nutzerfreundlicher.

Zentraler Teil von SiLK sind die 14 interaktiven Fragebögen zu den Themen Allgemeines Sicherheitsmanagement, Brand, Flut, Diebstahl, Vandalismus, Havarien/Unfälle, Abnutzung, Klima, Licht, Schädlinge/Schimmel, Schadstoffe, Unwetter, Erdbeben und Gewalttaten.

Die Fragebögen ermöglichen eine qualitative Risikoanalyse und liefern eine individuelle Auswertung mit Handlungsempfehlungen und Hinweisen für weitere Maßnahmen. Ergänzt wird das interaktive Angebot durch eine Materialsammlung mit Literaturhinweisen, Links und zusätzlichen Dokumenten, den sogenannten Wissenspool. Außerdem vermitteln leicht verständliche Einführungstexte zu jedem Thema das erforderliche Grundlagenwissen und stimmen in das jeweilige Fachgebiet ein. Hierfür werden neben einem inhaltlichen Überblick etwa technische Grundlagen, sachliche Zusammenhänge oder Fachbegriffe erläutert.



Wie wir aus dem Feedback der SiLK-Nutzerinnen und Nutzer wissen, werden die Einführungstexte daher auch häufig ausgedruckt und „auf Papier“ gelesen oder auch in Papierform für Aus- und Weiterbildungszwecke verwendet. Häufig erreichte uns auch die Nachfrage nach einer Printversion von SiLK.

Daher haben wir uns entschieden, die Einführungstexte der 14 Themen als handliches Fachbuch herauszugeben und damit eine zusätzliche Möglichkeit anzubieten, sich mit der Materie bequem und übersichtlich zu befassen. Die Printversion soll dabei die digitale SiLK-Variante nicht ersetzen, sondern sinnvoll ergänzen und weitere Leserinnen und Leser erreichen.

Die Fachtexte in vorliegendem Band sind ganz im Sinne der SiLK-Philosophie einfach formuliert, für jeden verständlich und ohne Vorwissen fachlich zugänglich. Zur raschen Orientierung und optischen Auflockerung sind die für die neue Website entwickelten Piktogramme zu den 14 Themengebieten als übersichtliches Register eingesetzt. So kann das Buch als Nachschlagewerk zu allen Fragen rund um Sicherheit und Kulturgutschutz dienen.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß bei der Lektüre und Erfolg bei der Beschäftigung mit dem Risikomanagement in Ihrer Kultureinrichtung. Schließlich möchten wir Sie herzlich einladen, das hier Gelesene durch einen Besuch der SiLK-Website [www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de) zu ergänzen, indem Sie auf Basis des neuen Wissens die SiLK-Fragebögen bearbeiten oder im Wissenspool nach zusätzlichen Informationsquellen suchen.

Ihr Team des SiLK – SicherheitsLeitfadens Kulturgut

**Almut Siegel**

**Dr. Alke Dohrmann**

**Dr. Katrin Schöne**

[SiLK@konferenz-kultur.de](mailto:SiLK@konferenz-kultur.de)

[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)

[www.konferenz-kultur.de](http://www.konferenz-kultur.de)





# 1 | sicherheitsmanagement

Seite 13



## 2 | brand

Seite 25



## 3 | flut

Seite 39



## 4 | diebstahl

Seite 47



## 5 | vandalismus

Seite 61



## 6 | havarien / unfälle

Seite 71



## 7 | abnutzung

Seite 83



## 8 | klima

Seite 97



## 9 | licht

Seite 111



## 10 | schädlinge / schimmel

Seite 123



## 11 | schadstoffe

Seite 135



## 12 | unwetter

Seite 149



## 13 | erdbeben

Seite 163



## 14 | gewalttaten

Seite 173







# 1

# allgemeines sicherheits- management



# 1 | ALLGEMEINES SICHERHEITS- MANAGEMENT

Im Kapitel Allgemeines Sicherheitsmanagement sind alle Themen und Maßnahmen zusammengeführt, die den übergeordneten Rahmen für die Vorbereitung und Reaktion auf die verschiedenen Notfall- und Schadensszenarien im Kulturgutschutz bilden.

Zentrales Instrument ist der auf die jeweilige Einrichtung zugeschnittene Notfallplan, der die einzelnen methodischen und organisatorischen Fragen regelt und darstellt, beispielsweise Zuständigkeit und Vertretung, Erreichbarkeit im Notfall, Bergungspläne, Prioritätenlisten sowie Kooperations- und Vertragspartner. Grundlage jeder Notfallplanung und aller Maßnahmen ist eine spezifisch auf die Einrichtung zugeschnittene Risikoanalyse. Wichtig für das Sicherheitsmanagement ist die regelmäßig wiederkehrende Prüfung und Aktualisierung aller Festlegungen und Unterlagen sowie die Information und Schulung der internen und externen Beteiligten. Eine strukturierte Sammlungsverwaltung auf der Basis vollständiger Inventarisierung ist Voraussetzung für effektive Präventionsmaßnahmen.

## 1. Prävention

Primäres Ziel des SiLK – SicherheitsLeitfadens Kulturgut ist die Prävention. Durch geeignete Maßnahmen soll ein Schadensereignis von vornherein möglichst verhindert bzw. die Eintrittswahrscheinlichkeit weitestgehend reduziert werden.

Sollte es dennoch zu Notfällen oder Katastrophen kommen, dienen die festgelegten organisatorischen, baulichen und technischen Schutzmaßnahmen dazu, das Schadensausmaß möglichst gering zu halten.

Dies gilt ebenso für Risiken, welche eine allmähliche Beschädigung, einen sozusagen „schleichenden Verfall“, bewirken oder begünstigen, beispielsweise die Nutzung von



Archivalien oder der Verschleiß durch Museumsbesucher, ebenso für alle schädigenden Umwelteinflüsse, etwa klimatische Faktoren, Licht bzw. Strahlung, Schädlinge oder Schadstoffe. Die empfohlenen Schutzmaßnahmen sind darauf ausgerichtet, die schädigende Wirkung auf das unvermeidbare Minimum (Restrisiko) zu beschränken. Eine Übersicht zu den möglichen Risiken für Kulturgut finden Sie in der [SiLK-Sicherheitsmatrix](#) ([www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de), Allgemeines Sicherheitsmanagement, Wissenspool, eigene Publikationen).

## **2. Risikoanalyse**

Bevor mit der Planung und Umsetzung von Maßnahmen begonnen werden kann, ist eine auf die jeweilige Einrichtung zugeschnittene Risikoanalyse durchzuführen. Die Risikoanalyse zeigt auf, welche der möglichen Bedrohungen für die Einrichtung relevant sind und mit welcher Wahrscheinlichkeit diese auftreten können. Auf dieser Grundlage können die für die Einrichtung entscheidenden Sicherheitsvorkehrungen effizient und nachhaltig geplant, eingeführt, umgesetzt und geübt werden.

Eine Risikoanalyse wird in der Regel durchgeführt, indem Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß multipliziert werden. Für die Einschätzung dieser beiden Werte sind die Erfahrungen mit bisherigen Notfällen sowie der Zustand und die Rahmenbedingungen der jeweiligen Einrichtung zu berücksichtigen und zu bewerten. Für eine einfache Risikoanalyse können die [Formulare](#) im SiLK-Wissenspool verwendet werden (siehe [www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de), Allgemeines Sicherheitsmanagement, Wissenspool, Beispiele/Anschauungsmaterial).

Die Risikoanalyse sollte alle zwei Jahre erneut durchgeführt werden, um die jeweils aktuelle Situation zu überprüfen, Veränderungen zu berücksichtigen und die Notfallplanung ggf. anzupassen bzw. zu aktualisieren.

## **3. Sicherheitsmanagement und Sicherheitskonzept**

Das Sicherheitsmanagement (auch: Risikomanagement) ist die Organisation zur systematischen Erkennung, Analyse, Bewertung und Überwachung von Risiken. Es führt, lenkt und koordiniert eine Einrichtung in Bezug auf alle Sicherheitsaktivitäten.

Zentraler Bestandteil eines Sicherheitsmanagements ist ein Sicherheitskonzept. Hier werden alle relevanten Rahmenbedingungen, die definierten Schutzziele der Einrichtung sowie Maßnahmen zur Zielerreichung beschrieben. Das Sicherheitskonzept stellt die Basis für die Planung und Durchführung einzelner Sicherheitsmaßnahmen dar. Ziel der Erstellung und Umsetzung eines Sicherheitskonzepts ist das Erreichen eines geplanten Sicherheitsniveaus durch Minimierung der identifizierten Risiken.



Verantwortlich für die Entwicklung, Umsetzung und Aktualisierung sämtlicher Bestandteile des Sicherheitskonzepts ist grundsätzlich die Leitung der Einrichtung. Für Aufbau und Pflege von Sicherheitsmanagement und Notfallplanung ist es sinnvoll, eine Arbeitsgruppe einzurichten, in der – unter Leitung einer erfahrenen Person vorzugsweise aus der Führungsebene – Mitarbeiter/innen aller Abteilungen bzw. Bereiche vertreten sind und aktiv an der Planung mitwirken.

#### 4. Notfallplan

Der Notfallplan, den jede Einrichtung passend für das eigene Haus entwickeln muss, hat zum Ziel, die notwendigen Reaktionen auf Notfallszenarien im Vorfeld zu planen und zu organisieren. Dort ist festgelegt, wer für welche Aufgaben im Notfall zuständig ist (Einrichtung eines permanenten Krisenstabs) und welche praktischen Maßnahmen in welchen konkreten Fällen zu ergreifen sind. Der Notfallplan regelt die interne Organisation (Erreichbarkeit im Notfall, Vertretung) und die Information der Mitarbeiter und ist gleichzeitig Grundlage für die Zusammenarbeit mit Externen – insbesondere der Feuerwehr. Der Notfallplan dient auch als Nachschlagewerk, das alle notwendigen Festlegungen enthält. Hinzu kommen Unterlagen wie Pläne, Bedienungsanleitungen der technischen Anlagen, Liste der Notfallmaterialien mit den Orten ihrer Aufbewahrung, Telefonlisten und Vertragsunterlagen.

Bei der Erstellung des Notfallplans ist darauf zu achten, dass die Sprache und die Grafik ein einfaches Erfassen der Inhalte auch unter Stress und Zeitdruck ermöglicht.

Welche Anlagen zum Notfallplan gehören und wie dieser aufgebaut sein kann, zeigen die Listen, Beispiele und Musternotfallpläne im [Wissenspool Allgemeines Sicherheitsmanagement](#).

Eine regelmäßige Überarbeitung des Notfallplans ist erforderlich, um ihn an Veränderungen anzupassen und Erfahrungen aus Übungen und Einsätzen einzuarbeiten. Alle sechs Monate sollte der Notfallplan auf seine Aktualität hin überprüft werden. Bei jeder relevanten Veränderung von Rahmenbedingungen (z. B. Ausstellungsumbauten, Personalwechsel, Umstrukturierung, bauliche oder organisatorische Veränderungen) müssen die Auswirkungen auf das Sicherheitsmanagement bedacht und eine entsprechende Aktualisierung der Notfallplanung direkt vorgenommen werden.

Auch temporäre Zustände (z. B. Baumaßnahmen, Sonderausstellungen, Veranstaltungen) sind zu berücksichtigen.

Dem Zeitaufwand und allen Anstrengungen, die bei der Ausarbeitung eines Notfallplans eingesetzt werden müssen, liegt die Erkenntnis zugrunde, dass das Verhalten im Notfall geplant, organisiert und geübt sein muss, um das Ausmaß im Ereignisfall möglichst gering zu halten.

## **5. Krisenstab**

Der Krisenstab übernimmt im Not- oder Katastrophenfall die Leitung, trifft Entscheidungen und koordiniert die Arbeiten.

Wichtig: Die Leitung der Einrichtung ist immer zuständig.

Zum Krisenstab gehören üblicherweise folgende Personen:

- Notfallkoordinator (Leiter des Krisenstabs)
- Teamleiter für einzelne Bereiche (Sicherheit, technischer Dienst für Gebäude und Anlagen (Haustechnik), Wissenschaft/Sammlungsverwaltung, Restaurierung, Verwaltung, Öffentlichkeitsarbeit, EDV-/Kommunikationstechnik, Betriebsrat)
- Sicherheitskräfte/Wachschutz
- Hilfskräfte

Der Krisenstab sollte sich vierteljährlich treffen und seine Zusammenarbeit organisieren. Zuständigkeiten und Verpflichtungen sind:

- Erarbeitung/Aktualisierung des Notfallplans und aller seiner Bestandteile
- Einleitung aller notwendigen Maßnahmen während und nach einem Notfall
- Information neuer Mitarbeiter
- regelmäßige Übungen mit allen Mitarbeitern

In sehr kleinen Einrichtungen können auch Externe einzelne Aufgaben übernehmen oder Unterstützung leisten, z. B. durch benachbarte Einrichtungen, Verwaltungen, Freiwillige/Ehrenamtliche.



## 6. Bergung

Unter Bergung wird hier die Sicherstellung von Kulturgütern aus dem Gefahrenbereich verstanden. Beim Bergen von Kulturgut handelt es sich immer um ein kurzfristiges Sicherstellen. Bleibt dagegen genug Vorlaufzeit (z. B. bei Baumaßnahmen), kann das Kulturgut vorsorglich ausgelagert werden. Es ist zu bedenken, dass jede Auslagerung und jeder Transport mit Risiken und möglichen Schäden verbunden ist. Deshalb ist immer zwischen Auslagerung und Schutz vor Ort abzuwägen.

Der Notfallplan hält für den Fall einer Bergung eine Liste mit möglichen Auslagerungsorten bereit, plant den Verlauf der Bergung, die sichere Aufbewahrung am neuen Ort und organisiert die ersten konservatorischen und restauratorischen Maßnahmen für das Kulturgut.

Besondere Aufmerksamkeit wird dem Bergungsplan (umgangssprachlich auch Evakuierungsplan genannt) gewidmet. Er wird in Vorbereitung auf möglicherweise notwendige Verlagerungen im Notfall erarbeitet, sodass die schwierige Entscheidung darüber, welche Objekte prioritär zu bergen sind, nicht unter Zeitdruck und eventuell von fachfremden Personen getroffen werden muss.

Der Bergungsplan kann praktische Hinweise geben für Entscheidungen, die in bestimmten Situationen zu treffen sind, z. B.: Welche Sammlungen sind bei welchen Notfällen vorrangig zu versorgen? Welche Räume sind in welchen Fällen als erste zu räumen? Wie kann ich möglichst viel erreichen, wenn mir nur wenige Helfer und wenig Zeit zur Verfügung stehen? So ist beispielsweise zu bedenken, dass die eigenen Mitarbeiter im Brandfall keinen Zutritt mehr zum Gebäude und somit auch keine Möglichkeit zur Bergung haben.

Weitere Informationen zum Thema Bergung enthält der Text des SiLK-Teams im Tagungsband 2018, S. 75-82:

[KULTURGUT!SCHÜTZEN! Tagungspublikation 5. internationale Tagung](#)



## 7. Auslagerungsorte

Bereits vor einem Notfall muss festgelegt sein, wohin (Teile von) Sammlungen ausgelagert werden können. Es sollten mehrere Optionen vorhanden sein, da manchmal eine Nutzung temporär nicht möglich ist. Die gewählten Orte können zur eigenen Einrichtung (anderer Teil des Gebäudes oder weiteres Gebäude) oder zu benachbarten Einrichtungen gehören. Sofern die Auslagerungsorte nicht zur eigenen Einrichtung gehören, sind Verträge mit den Besitzern für die Nutzung im Notfall abzuschließen. Die Auslagerungsorte sollten eine sichere Einlagerung ermöglichen, zugleich aber so nah wie möglich bei der Einrichtung liegen, um zeitraubende Wege zu vermeiden. Je nach Ereignis ist auf eine sichere Lage zu achten, z. B. Nutzung von höhergelegenen Geschossen bei Hochwasser, Beachtung von Brandabschnitten im Brandfall. In einigen Situationen kann es notwendig sein, die Sammlung zunächst in eine benachbarte Schule, Sporthalle, Kirche o. ä. zu verlagern, die nicht ausreichend gesichert und meist nicht klimatisiert sind. In diesen Fällen ist eine sofortige Bewachung sicherzustellen und es sind ggf. mobile Klimageräte vorzuhalten (vor der Notsituation planen!), außerdem ist eine schnellstmögliche Verlagerung in ein geeignetes Gebäude vorzunehmen.

## 8. Priorisierung

Im Ereignisfall sollten idealerweise alle Objekte geborgen werden. Da dies jedoch oftmals aus Zeitmangel nicht möglich ist, ist es empfehlenswert, die Reihenfolge der Bergung in einer Prioritätenliste festzuschreiben. Bei der Erstellung einer Prioritätenliste kann man sich an folgenden Kriterien orientieren: 1. kulturhistorischer Wert, 2. finanzieller Wert, 3. Besitz oder Leihgabe, 4. physischer Zustand (zu fragil für eine Bergung). Die Liste sollte raumweise erstellt werden (dabei Brandabschnitte berücksichtigen) und für jedes Objekt folgende Angaben enthalten: Inventarnummer, Objektbezeichnung, Standort im Raum, möglichst ein Foto, notwendige Gerätschaften/Materialien für die Bergung, evtl. Grundriss mit Bergungsroute (besonders für sehr große Objekte). Gleichzeitig sollten die priorisierten Objekte gekennzeichnet sein. Dabei sind Maßnahmen zum Diebstahlschutz zu ergreifen, z. B. ein Zusatz zur Inventarnummer, der nur für Eingeweihte zu erkennen ist. Eventuell sollten für verschiedene Notfälle gesonderte Listen erstellt werden, da Objekte unterschiedlich empfindlich auf Feuer, Wasser, Klimaveränderungen etc. reagieren.

Aus praktischen Gründen ist es ratsam, die Prioritätenliste(n) als lose Blattsammlung zu erstellen und die einzelnen Blätter zu laminieren. Sie sollte(n) nicht nur beim Notfallplan aufbewahrt werden, sondern an verschiedenen gesicherten Stellen zugänglich sein. Bei allen Veränderungen (Standorte der Objekte, Raumaufteilung, neue Verträge z. B. für Auslagerungsorte, neue Erkenntnisse über den Wert von Objekten, Neuzugänge, Leihgaben etc.) muss der Bergungsplan und seine Prioritätenliste aktualisiert



werden; er sollte daher immer mit einem Datum versehen sein. Wie oft und durch wen die Aktualisierung vorgenommen wird, sollte im Notfallplan festgelegt werden.

## 9. Notfallmaterialien

Im Notfall ist es wichtig, Material für die Bergung und Erstversorgung vor Ort zu haben. Die Materialien sollten an verschiedenen, strategisch günstigen Orten in Form von Notfallboxen gelagert werden, um im Notfall rasch am benötigten Einsatzort verfügbar zu sein. Nachschub oder spezielle Ausrüstung kann auch in entfernter gelegenen Materiallagern untergebracht sein oder bei befreundeten Einrichtungen, z. B. als Notfallzug/-container eines Notfallverbunds.

Die Materialien sollten gemäß ihrer vorgesehenen Verwendung geordnet werden; handliche Notfallkoffer mit der Ausrüstung für je ein Team erleichtern den Einsatz. Für größere Gerätschaften eignen sich Werkzeugwagen. Die Erreichbarkeit aller Räumlichkeiten (Treppen, schmale Türen!) ist zu berücksichtigen. Siegel, Gurte oder feste Verschlüsse verhindern, dass Material im Alltag entnommen wird. Es sollte jedoch nicht weggeschlossen werden, damit es im Notfall für jeden Helfer sofort zugänglich und rasch erreichbar ist. Die Materialien sind regelmäßig auf Vollständigkeit zu überprüfen. Nicht haltbare Materialien (Klebeband, Batterien, Gummihandschuhe etc.) müssen rechtzeitig erneuert werden.

Für den Notfall werden insbesondere benötigt:

- Schutzausrüstung (Schutzkleidung, Helme, Atemschutzmasken, Handschuhe, Gummistiefel etc.)
- Verpackungsmaterial (Folien, Tücher, Kisten, Klebeband etc.)
- Werkzeug (Pinzetten, Pinsel, Skalpelle, Lupe, Hammer, Zangen, Schraubendreher/-schlüssel, Bolzenschneider, Bohrmaschine, Glassauger etc.)
- Büro-/Dokumentationsmaterial (Stifte, Papier, Klebeetiketten, Kamera, Diktiergerät, Dokumentationsformulare etc.)
- Transportmittel (Sackkarre, Wagen etc.)
- Technische Hilfsmittel (Taschenlampen, Scheinwerfer, Folienschweißgerät, Ventilatoren, Luftentfeuchter, Tauchpumpe, Nassstaubsauger, Absperrband etc.)
- Notfallkoffer für Anschläge mit chemischen Substanzen



Praktische Tipps und Listen finden sich auf der Website der Notfallverbünde in Deutschland (s. Link unten).

Website Notfallverbünde in Deutschland – Notfallboxen:

<http://notfallverbund.de/praxis/boxen>

Website Notfallverbünde in Deutschland – Notfallzüge/Notfallcontainer:

<http://notfallverbund.de/praxis/zuege-container>

## **10. Aktualisierung**

Entscheidend für die Effektivität des Sicherheitsmanagements ist die ständige Prüfung und Aktualisierung aller Bestandteile. Alle Veränderungen (baulich, technisch, personal, strukturell, organisatorisch) können sich auf das Sicherheitskonzept auswirken.

Somit ist jede relevante Maßnahme unverzüglich in die Konzeption einzuarbeiten.

Hierbei sind stets alle Bestandteile, beginnend mit der Risikoanalyse bis zu den Einzelteilen des Notfallplans, zu berücksichtigen und gegebenenfalls anzupassen.

Die Notwendigkeit der Überprüfung und Anpassung ist gegenüber allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu kommunizieren, die über Veränderungen entscheiden oder diese umsetzen bzw. davon betroffen sind. Nur wenn alle beteiligten Personen und Einrichtungen informiert und auf dem aktuellen Stand sind, kann eine angemessene und schnelle Reaktion im Notfall erfolgen.

## **11. Dokumentation**

Hilfreich für die Überprüfung der Wirksamkeit des Notfallplans ist die Dokumentation und Auswertung von Vorfällen und „Beinahe-Vorfällen“: Was ist passiert und warum? Wie wurde in den jeweiligen Fällen reagiert? Was hat gut funktioniert? Wo sind Fehler passiert? Wo haben sich Lücken im Notfallplan gezeigt? Anhand dieser Erkenntnisse kann der Notfallplan immer besser auf die entsprechende Einrichtung abgestimmt werden.

## **12. Kommunikation**

Alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter müssen über die sie betreffenden Planungen informiert werden. Die Mitteilung ist zu dokumentieren. In einem regelmäßigen Turnus (einmal jährlich bzw. bei Änderungen sofort) sollte über den aktuellen Stand des Notfallplans informiert werden. Im Notfallplan muss festgelegt sein, wie oft und durch wen wer informiert wird.

Zu beachten ist, dass sensible Daten eventuell nicht an alle Personen weitergegeben werden dürfen. Für verschiedene Personengruppen ist möglicherweise eine unter-



schiedliche Informationstiefe festzulegen. Die einzelnen Beteiligten benötigen die Informationen, die ihrer Funktion im Notfallteam entspricht (z. B. Mitarbeiter/innen des Sammlungsteams: Angaben zur Bergung). Alle Personen, die in den Telefonlisten verzeichnet sind, benötigen eine eigene Kopie, damit sie ggf. umgehend (von zu Hause oder unterwegs) weitere Helfer/innen benachrichtigen können.

Es ist wichtig, die Planungen nicht nur verfügbar zu machen, sondern auch im Bewusstsein der Mitarbeiter/innen zu verankern – hierfür sind regelmäßige Übungen unabdingbar.

### 13. Übungen

Ein weiterer wichtiger Punkt ist das regelmäßige Durchführen von Übungen und Schulungen mit den im Notfall Verantwortlichen sowie allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und gegebenenfalls auch mit Externen (z. B. Feuerwehr). Dadurch wird das Personal mit den im Notfall durchzuführenden Maßnahmen, wie im Notfallplan festgelegt, vertraut gemacht, Abläufe werden erprobt und eingebütt. Themen sind häufig Bergung von Kulturgütern, Erstversorgung und Dokumentation, aber auch Verpackung, Handling, Verwendung von Feuerlöschern und Kommunikation. Übungen können auch gemeinsam mit benachbarten Einrichtungen, beispielsweise im Rahmen von Notfallverbünden, organisiert werden. Im Anschluss an die Übungen sind diese gemeinsam auszuwerten, um die Erfahrungen und Ergebnisse in die weitere Notfallplanung einfließen zu lassen.

Beispiele zu durchgeführten Übungen finden sich auf der Website der Notfallverbünde ([www.notfallverbund.de](http://www.notfallverbund.de)) unter Übungen.

### 14. Zusammenarbeit

Hilfreich – insbesondere für kleinere Einrichtungen – ist die Kooperation mit anderen Kultureinrichtungen der Stadt oder Region. Dies kann in sogenannten Notfallverbünden geschehen, die eine gegenseitige Hilfe und Beratung vereinbart und meist vertraglich geregelt haben. Diese Zusammenschlüsse haben viele Vorteile, z. B. das Teilen und Tauschen von Material und Personal oder praktische und logistische Unterstützung im Notfall. So müssen beispielsweise nicht alle Einrichtungen alle Notfallmaterialien vorrätig haben, in einem Notfall kommt im Umgang mit Kulturgut geschultes Personal als Helfer zum Einsatz oder Räume in einer anderen Einrichtung können bei einer notwendigen Bergung genutzt werden. Außerdem findet ein kontinuierlicher Erfahrungs- und Wissensaustausch statt.

## **15. Leihverkehr**

Der Leihverkehr bedeutet eine zusätzliche Belastung für die betroffenen Objekte. Daher müssen alle diesbezügliche Risiken (z. B. Klima, Diebstahl, Erschütterungen) vorab überprüft werden und in die Entscheidung für eine Leihzusage sowie in die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Transport und Präsentation einfließen.

Zur Beurteilung und Planung des Vorhabens sollte ein standardisierter „facilities report“ Anwendung finden, welcher Daten zur Einrichtung, zum Gebäude und den Ausstellungsflächen, zum Brand- und Diebstahlschutz, zu Beleuchtung, Klima und Schädlingsprävention, zu Transport- und Lagerbedingungen sowie zur Notfallplanung erfragt.

(Link facilities report: <https://www.museumsbund.de/fachgruppen-und-arbeitskreise/arbeitskreis-ausstellungsplanung/vorlagen/>)

## **16. Inventarisierung**

Die vollständige Inventarisierung aller Objekte ist Grundvoraussetzung für eine systematische Notfallplanung, für Sicherung und Bergung im Notfall sowie für Fahndung, Identifizierung oder Schadensbehebung nach einem Vorfall.

Neben den grundlegenden Daten (Inventarnummer, Foto, Beschreibung, Künstler/ Hersteller, Titel, Jahreszahl) sind relevante Angaben im Inventar die Standortbenennung (Gebäude, Raum, Position), Materialangaben und Zustandsbeschreibung sowie Abmessung, Gewicht und Transportangaben.

Die Sicherung der Daten sollte räumlich getrennt (anderes Gebäude) vom Original untergebracht sein bzw. es müssen Kopien der Kataloge außerhalb der Einrichtung deponiert werden. Für die Standorte, an denen die Dokumentationsunterlagen aufbewahrt werden, sollte eine Risikoanalyse analog zu den Depot-/Ausstellungsräumen erstellt und entsprechende Schutzmaßnahmen umgesetzt werden. Hierbei sind alle relevanten Risiken (z. B. Brand, Flut, Diebstahl) zu berücksichtigen.

Die Dokumentationsunterlagen können zwar kein Original ersetzen, sind jedoch im Fall von Verlust oder Beschädigung wertvolle Informationsquellen und helfen bei der Suche, Bergung, Instandsetzung oder Wiederbeschaffung/Rekonstruktion.

*Alke Dohrmann und Almut Siegel*



Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)



2

brand



# 2 | BRAND

**Brände sind eine Gefahr für alle Kultureinrichtungen, egal welcher Art. Feuer ist die größte Bedrohung für Kulturgüter, da es innerhalb kürzester Zeit große Teile von Sammlungen und Gebäuden zerstören kann. Wenn das Feuer außer Kontrolle gerät, sind Schäden unermesslichen Ausmaßes möglich. Hinzu kommen sekundäre Schäden durch Ruß, Löschmittel und unsachgemäße Bergung von Sammlungsgut. Vorbeugender Brandschutz ist daher von zentraler Bedeutung; kleine Brandereignisse oder brandverursachende Ereignisse (z. B. Kurzschluss) müssen schnellstmöglich erkannt und bekämpft werden, um größere Brände und große Schäden zu vermeiden. Für Einrichtungen mit Sammlungsbeständen besteht dabei die Schwierigkeit, dass sie sich häufig in denkmalgeschützten oder anderen historischen Gebäuden befinden, die ursprünglich nicht für eine Nutzung als Museum, Bibliothek oder Archiv vorgesehen waren und deren bauliche Situation nicht ohne Weiteres an Vorgaben des Brandschutzes angepasst werden kann.**

## 1. Brandschutz und Denkmalschutz

Maßnahmen zum vorbeugenden Brandschutz sind insbesondere für unter Denkmalschutz stehende Gebäude mit wertvollem Kulturgut von großer Bedeutung. Die brandschutztechnische Beurteilung und Ertüchtigung von Gebäuden, die unter Denkmalschutz stehen, bereitet jedoch insofern Schwierigkeiten, da Bauweise und Kubatur häufig eine buchstabentreue Erfüllung heute gültiger, für „moderne“ Bauwerke konzipierter Anforderungen nicht ermöglichen. Durch differenzierte, aufeinander abgestimmte Einzelmaßnahmen müssen bestehende Risiken so minimiert werden, dass ein angemessener Brandschutz erreicht und das historische Gebäude nicht mehr als notwendig beeinträchtigt wird.

Die Vorgaben der Landesbauordnung bilden für historische Objekte Maßstab und Orientierung – für neu zu errichtende Gebäude sind sie als verbindlich zu betrachten. Soweit erforderlich, sind bei Abweichungen und Sonderlösungen geeignete Kompensationsmaßnahmen vorzusehen. Die Einbeziehung eines Brandschutzsachverständigen ist hierzu unerlässlich.

## **2. Vorbeugender Brandschutz**

Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes sind darauf ausgerichtet, die Wahrscheinlichkeit der Brandentstehung zu reduzieren und die Folgen eines Brandes zu minimieren. Schwerpunktmaßig sind die brandschutztechnischen Anforderungen dabei auf den Nachbarschutz, den Personenschutz von Beschäftigten und Besuchern sowie die Ermöglichung wirksamer Löschmaßnahmen bezogen.

Die im Rahmen des vorbeugenden Brandschutzes getroffenen Maßnahmen zur Behinderung der Brand- und Rauchausbreitung dienen indirekt auch dem Sachwertschutz. Dennoch ist zu beachten, dass der Sachwertschutz nicht das Hauptaugenmerk der bauordnungsrechtlichen Vorgaben ist. Daher ist durch jeden Betreiber zu prüfen, ob darüber hinausgehende Maßnahmen zum Schutz der Kulturgüter erforderlich sind. Hierfür sind schutzzielorientierte Betrachtungen des Einzelobjekts notwendig. Dennoch gibt es allgemeingültige Fragestellungen, die eine Standortbestimmung im Bereich Brandschutz unterstützen. Die folgenden Informationen sollen hierbei helfen.

## **3. Brandentstehung**

Wie entstehen Brände und welche typischen Ursachen liegen ihnen zugrunde? Ein Verbrennungsvorgang ist an folgende, gleichzeitig zusammentreffende Voraussetzungen gebunden:

1. ein brennbarer Stoff,
2. eine ausreichende Menge Sauerstoff,
3. das richtige Mengenverhältnis zwischen brennbarem Stoff und Sauerstoff,
4. eine entsprechend hohe Zündenergie.

Brennbare Stoffe sind feste, flüssige oder gasförmige Stoffe, einschließlich Dämpfe, Nebel und Stäube, die im Kontakt mit Luft oder Sauerstoff zur Entzündung gebracht werden können. Die Brennbarkeit von Stoffen wird in leicht, normal und schwer entflammbar unterteilt. Hierunter fallen nicht nur die Einrichtung eines Raumes und ausgestellte/gelagerte Objekte, sondern auch Installationen und eventuell die Bausubstanz, z. B. Holzbalkendecken oder brennbare Dämmung.



Ein Brand ist ein chemischer Prozess unter Beteiligung von Sauerstoff. Sauerstoff ist in der Luft mit rund 21 Volumenprozent enthalten. Dies reicht für eine Brandentstehung aus. Eine dauerhafte Reduzierung zur Verhinderung einer Brandentstehung ist nur mit erheblichem technischen Aufwand möglich (durch eine Inertsierungsanlage). Aufgrund des reduzierten Sauerstoffgehalts ist jedoch das Arbeiten in diesen Bereichen sehr stark eingeschränkt. Für Besucherbereiche ist eine Reduzierung nicht geeignet. Üblicherweise wird eine Reduzierung der Sauerstoffkonzentration als Löschprinzip für Gaslöschanlagen genutzt.

Das Mengenverhältnis als dritte Voraussetzung für eine Entzündung bezieht sich auf die gasförmige Vermengung mit Sauerstoff – d. h. feste und flüssige Stoffe müssen durch Zuführung von Wärme erst ganz oder teilweise in einen gasförmigen Zustand versetzt (thermisch aufbereitet) werden. Bei einer bestimmten Dauer und Intensität der Wärmezuführung treten brennbare gasförmige Bestandteile aus, die sich mit dem Sauerstoff der Luft vermischen und bei Erreichen des Zündpunktes schlagartig entzünden.

Eine weitere Möglichkeit der Entzündung besteht über die Glutbildung: Die im Bereich der Wärmezufuhr durch Wärmestau (z. B. an einem Holzbalken) entstehende poröse Röstkohle saugt den Sauerstoff der Luft an und bindet (absorbiert) ihn. Erreicht die Röstkohleschicht durch Wärmezufuhr und Wärmestau die Zündtemperatur, entsteht ein Glimmvorgang, der bei weiterer Sauerstoffzufuhr in eine Glutphase und in den Verbrennungsvorgang übergeht. Möglichkeiten hierzu bestehen z. B. bei länger währenden zu geringen Abständen zwischen brennbaren Materialien und Strahlungsquellen (Schornstein, Heizlüfter etc.).

Trotz der scheinbar komplizierten Voraussetzungen für das Entstehen eines (unbeabsichtigten) Brandes besteht eine durchgängig hohe Auftretenswahrscheinlichkeit – nicht nur im Haushalts- oder Industriebereich.

In der Regel kann davon ausgegangen werden, dass immer ausreichend brennbare Stoffe und ausreichend Luftsauerstoff im richtigen Mengenverhältnis zur Verfügung stehen. Der Vermeidung von Zündquellen kommt daher eine wichtige Rolle bei der Vermeidung von Bränden zu. Mögliche Zündquellen sind z. B.

- Blitzschlag
- Kurzschlüsse, Überhitzung an elektrischen Verbindungsstellen
- Brandstiftung



- feuergefährliche Arbeiten (Schweißen, Trennschneiden, Heißarbeiten)
- Rauchen
- heiße Oberflächen (Heizung, Schornsteine, ...)
- Kerzen

Speziell für Museen, Bibliotheken und Archive liegen zwar keine Erhebungen vor, jedoch bezogen auf Kirchen und andere unter Denkmalschutz stehende Gebäude sind die wichtigsten Brandursachen in einer Statistik über mehr als 200 Bränden wie folgt erfasst:

Brandstiftung	57
Handwerksarbeiten	41
Ungeklärte Ursachen	37
Leichtsinn	32
Heizung/Schornstein	25
Elektroanlagen	22
Blitzschlag	4

**Tabelle in:** Frieder Kircher: Brandschutz im Bild. 1998, S. 36

Vermutlich können die „ungeklärten Ursachen“ ebenfalls zu einem erheblichen Teil dem „Leichtsinn“ und den „Handwerksarbeiten“ zugeordnet werden. Auf die hohe Anzahl von Brandstiftungen kann und soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang jedoch, dass dieser Ursache bei bestimmten thematisch und inhaltlich ausgerichteten Museen/Denkmalen/Ausstellungen ein besonders hoher Stellenwert zukommen kann (zur Analyse und Vorbeugung siehe auch Kapitel **Vandalismus**).

„Elektrische“ Ursachen beinhalten ein sehr breites Spektrum an ursächlich auslösenden Anlässen, wie z. B. Überlastung elektrischer Anschlüsse, Verteiler oder Leitungen, defekte Anschlüsse, Kabel oder Geräte, nicht gewartete/geprüfte und stark veraltete elektrische Anlagen. Der falsche Umgang mit elektrischen Geräten oder Leuchtmitteln und daraus resultierende Brände zählen eher zu der großen Rubrik „Leichtsinn“.

## 4. Regelungen zum Brandschutz

Dem Brandschutz wird im Allgemeinen ein sehr hoher Stellenwert beigemessen. Er kommt u. a. zum Ausdruck

- im Baurecht, d. h. in diversen Vorschriften der Landesbauordnungen und in Sonderbauvorschriften (z. B. für Gaststätten, Versammlungsstätten, Garagen)
- in den technischen Regelwerken für spezielle Anlagen und Materialien – z. B. Lüftungs- und Leitungsanlagen, Doppel- oder Hohlraumböden, Aufzüge
- im Normen- und Vorschriftenwerk für die technischen Einzelgewerke, insbesondere der Elektroinstallation
- in den Installations- sowie Prüf- und Abnahmebestimmungen zu technischen Einrichtungen mit Bezug zum vorbeugenden oder abwehrenden Brandschutz (z. B. Brandmeldeanlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Feststellanlagen, Löschanlagen, Löschgeräten)
- in Vorgaben zum Arbeitsrecht in Form der Arbeitsstättenverordnung bzw. -richtlinien usw.

Es existiert ein eng verzahntes Netzwerk umfangreicher Regeln und Vorschriften zum baulichen, anlagetechnischen und organisatorischen Brandschutz, die im Rahmen der europäischen Vereinheitlichung eine weitere Umgestaltung erfahren.

## 5. Brandschutzkonzept

Museen, Bibliotheken und Archive erfordern in der Regel eine objektbezogene Risikoanalyse und eine (darauf aufbauende) Brandschutz-/Sicherheitskonzeption – ausgehend von gebäude- und sammlungsspezifischen Besonderheiten, wie:

- alleinstehend im ländlichen Gebiet, innerstädtische Lage, „Untermieter“ usw.
- historisch, unter Denkmalschutz stehend oder modern/neuzeitlich
- Holz-/Fachwerkgebäude, Mauerwerk, Stahlbeton etc.
- offener Luftverbund (zusammenhängende Raumbereiche) über mehrere Geschosse, z. B. Galerien, Hallen

- Sammlungen mit vielen Brandlasten oder „nur“ Bildergalerie, Skulpturen o. ä.
- „klassische“ Ausstellungen oder experimentelle, moderne Installationen z. B. mit offenem Licht, Sammlungen mit Alkoholpräparaten (Explosionsschutz beachten!) usw.

Im Rahmen des Brandschutzkonzepts sind die Gefährdungspotenziale herauszuarbeiten und die Schutzziele exakt zu bestimmen.

Gibt es Restaurierungswerkstätten und andere Einrichtungen mit erhöhter Brandgefahr? Gehen Gefährdungen von benachbarten Gebäuden (angrenzenden Wohnungen, Industrie, Handwerk) oder vom technischen Zustand der Liegenschaft aus? Ist die Versorgung mit Löschwasser gesichert usw.?

Gegebenenfalls müssen die notwendigen brandschutztechnischen Maßnahmen auch mit den Anforderungen des Denkmalschutzes in Einklang gebracht werden.

Grundsätzlich sollte jede Einrichtung eng mit der örtlichen Feuerwehr zusammenarbeiten und sich umfassend beraten lassen. Eine regelmäßige Abstimmung und ggf. gemeinsame Übungen sind unerlässlich. Des Weiteren sind eine Sensibilisierung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für das Thema Brand sowie regelmäßige Übungen (z. B. zu Evakuierung von Personen, Bergung von Kulturgut, Bedienung von Feuerlöschern) notwendig.

## **6. Maßnahmen**

Die möglichen Brandschutzmaßnahmen lassen sich jeweils aus den Schutzzieilen ableiten:

### **6.1 Behinderung der Brandentstehung**

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Brand auftritt, lässt sich durch verschiedene Maßnahmen verringern.

- **Blitzschutz**

Blitz einschläge können zu Bränden im Gebäude führen. Daher ist durch eine Fachfirma zu prüfen, ob Maßnahmen zumindest für den äußeren Blitzschutz erforderlich sind („Blitzableiter“). Für gefährdete Objekte sind die entsprechenden Maßnahmen umzusetzen.



- **Vorbeugende Instandhaltung/Prüfung der elektrischen Anlagen und Geräte**

Darunter sind vor allem Maßnahmen zu verstehen, die die regelmäßige Wartung und Kontrolle insbesondere der elektrischen Anlagen und aller Geräte mit Wärmeentwicklung beinhalten. Ziel ist es hierbei, frühzeitig Mängel zu erkennen und zu beheben, damit sich daraus keine Zündquelle ergeben kann. So können sich mit der Zeit z. B. Schaltanlagen aufgrund gelockerter Kabelverbindungen unzulässig erwärmen. Auch bei bewegten Anlagen, z. B. Gurtförderanlagen in Schaubetrieben, kann es aufgrund von Reibung zu übermäßigen Erwärmungen kommen. Diese Mängel lassen sich frühzeitig durch Thermografie erkennen und beheben.

Auch die regelmäßige Prüfung elektrischer Anlagen und Geräte nach den Vorschriften der Unfallversicherungsträger gehört zur vorbeugenden Instandhaltung.

- **Maßnahmen gegen Brandstiftung**

Brandstiftung wird oft begünstigt durch brennbare Materialien, die leicht zugänglich sind. Klassische Beispiele sind hier Abfälle/Abfalltonnen am Gebäude oder Baumaterialien, die vom Fußweg aus erreichbar sind.

Die Wahrscheinlichkeit einer Brandstiftung lässt sich dadurch reduzieren, dass die Materialien entweder entfernt vom Gebäude gelagert werden (kein Brandüberschlag) oder wenn sie nicht von öffentlichen Flächen aus einfach erreicht werden können (geringere Wahrscheinlichkeit der Brandstiftung). Rauchen kann durch unsachgemäß entsorgte Zigaretten zu einer fahrlässigen Brandstiftung führen. Daher können Rauchverbote ebenfalls die Brandentstehung behindern.

- **Maßnahmen bei feuergefährlichen Arbeiten**

Feuergefährliche Arbeiten, z. B. Schweißen, Trennschneiden, Flexen, Arbeiten mit offener Flamme (wie bei einigen Dacharbeiten), können ebenfalls zu Bränden führen. Die Besonderheit hierbei sind die oftmals entstehenden Schwelbrände, die sich unbemerkt ausbreiten und erst Stunden nach Abschluss der Arbeiten entdeckt werden. Daher ist es wichtig, diese Arbeiten nur mit entsprechender Vorbereitung und Freigabe durch den/die Verantwortlichen durchführen zu lassen. Hierbei ist zu prüfen, welche Gefahr der Brandentstehung im Arbeitsbereich besteht und welche Maßnahmen zur Verhinderung einer Brandentstehung zu treffen sind. Außerdem ist festzulegen, wie und über welchen Zeitraum nach Arbeitsende der Arbeitsbereich und die umliegenden Bereiche auf eine Brandentstehung entweder durch eine Brandwache oder durch automatische Brandmelder kontrolliert werden.

- **Inertisierung (Reduzierung des Sauerstoffgehalts in der Luft)**

Für besonders hochwertige Schutzwerte, insbesondere in Archiven, kann die schon erwähnte Inertisierung die Wahrscheinlichkeit eines Brandes wesentlich reduzie-

ren. Hierbei sind jedoch zum einen die Einschränkungen der Raumnutzung für Personen zu beachten. Die Bereiche sind nicht für Besucher geeignet und auch für Arbeitnehmer sind zusätzliche Arbeitsschutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Zum anderen sind mit der Inertisierung hohe Installations- und Folgekosten verbunden.

## 6.2 Schutz von Leben und Gesundheit

Oberste Priorität hat im Brandfall immer der Schutz von Leben und Gesundheit.

- **Rettungswege**

Zur Erreichung dieses Ziels sind für alle Personen im Objekt ausreichend Rettungswege zur Verfügung zu stellen. Dies sind die Treppenräume und Notausgänge sowie teilweise Flure oder Gänge. Die Rettungswege müssen jederzeit freigehalten werden.

- **Offenbarkeit**

Türen im Zuge von Rettungswegen müssen jederzeit ohne weitere Hilfsmittel geöffnet werden können. Deswegen dürfen diese Türen nicht abschließbar sein. Andernfalls sind Antipanikschließungen erforderlich, d. h. Türschlösser, die durch ihren mechanischen und/oder elektromechanischen Aufbau eine Türverriegelung mit einem Druck auf die Klinke bzw. Türstange freigeben.

- **Alarmierung**

In einigen Gebäuden ist eine automatische Alarmierung der anwesenden Personen erforderlich, damit sich diese frühzeitig in Sicherheit bringen können. Dies wird meist über Brandmelde- und Alarmierungsanlagen erreicht. Vereinzelt genügen auch Hauswarnanlagen. Das Erfordernis ist individuell zu prüfen. Die jeweiligen Anforderungen ergeben sich aus dem Brandschutzkonzept und der Baugenehmigung.

- **Rettungswegkennzeichnung**

Die Rettungswege sind zur besseren Orientierung mit Piktogrammen zu kennzeichnen. Damit diese gut sichtbar sind, sind sie in der Regel zu hinterleuchten.

- **Flucht- und Rettungspläne**

Flucht- und Rettungspläne dienen ebenfalls der Orientierung und dem Auffinden der Rettungswege.



## 6.3 Behinderung der Brand- und Rauchausbreitung

Grundsätzlich muss immer mit der Möglichkeit eines Brandes gerechnet werden.

Daher versucht man, die Folgen eines Brandes zu minimieren.

Die Behinderung einer Brand- bzw. einer Rauchausbreitung verringert sowohl Sachschäden als auch mögliche Personenschäden.

In erster Linie versucht man, dieses Schutzziel baulich zu erreichen, da diese Vorkehrungen die geringste Ausfallwahrscheinlichkeit aufweisen.

Sofern bauliche Maßnahmen nicht möglich sind (z. B. aufgrund der Gebäudegestaltung, des Denkmalschutzes), können als nächstes technische Maßnahmen in Betracht gezogen werden.

- **Brandwände**

Diese Wände unterteilen Gebäude untereinander bzw. sie unterteilen ausgedehnte Gebäude in mehrere Brandabschnitte. So werden das Nachbargebäude und der benachbarte Brandabschnitt vor einem Brand geschützt. Die Maßnahme dient gleichzeitig der Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten.

- **Feuerwiderstandsfähige Wände und Decken**

Zur weiteren Unterteilung dienen im Gebäude feuerwiderstandsfähige Decken, sodass sich ein Brand und Rauchgase nicht ohne Weiteres über mehrere Geschosse hinweg ausbreiten können. Feuerwiderstandsfähige Wände begrenzen dagegen die Ausbreitung innerhalb eines Geschosses. Beide Maßnahmen dienen sowohl dem Schutz von Leben und Gesundheit als auch dem Sachschutz und der Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten.

- **Brand- und Rauchschutztüren/-tore, Feuerschutz- und Rauchschutzvorhänge**

In feuerwiderstandsfähigen Wänden sowie teilweise in feuerwiderstandsfähigen Decken sind nutzungsbedingt Öffnungen vorhanden. Um weiterhin den Zweck, das heißt die Behinderung der Brand- und Rauchausbreitung, erfüllen zu können, müssen diese Öffnungen spätestens im Brandfall in entsprechender Qualität verschlossen werden. Die Anforderungen an die jeweiligen Abschlüsse ergeben sich aus dem Brandschutzkonzept sowie der Baugenehmigung. Während des normalen Betriebs können diese Abschlüsse mit zugelassenen Feststellanlagen offen gehalten werden.

- **Schottungen von Leitungsdurchführungen**

Leitungsdurchführungen durch feuerwiderstandsfähige Wände und Decken können eine Brandausbreitung begünstigen. Daher sind die Durchführungen zwingend fachgerecht zu schotten, um die Schutzziele dieser Wände und Decken weiterhin zu gewährleisten.

- **Löschanlagen**

Automatische Löschanlagen können je nach Auslegung zumindest eine Brandausbreitung behindern (Kleinhalten des Brandes). Sie kommen entweder als Kompen-sation für fehlende bauliche Abtrennungen oder zur weiteren Erhöhung des Sachschutzes zum Einsatz. Je nach Einsatzort und -zweck stehen eine Vielzahl von Anlagenkonfigurationen zur Verfügung.

## 6.4 Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten

Damit die Feuerwehr die Möglichkeit hat, einen Brand wirksam zu bekämpfen, müssen entsprechende Randbedingungen erfüllt werden.

- **Zugänglichkeit**

Die Feuerwehr muss mit den erforderlichen Fahrzeugen nah genug an das Objekt heranfahren können. Hierzu dienen die Feuerwehrzufahrten und die Bewegungsflächen, die jederzeit freizuhalten sind. Tore, Schranken etc. im Bereich der Feuerwehrzufahrten müssen dementsprechend auch durch die Feuerwehr geöffnet werden können.

Sofern die Feuerwehr automatisch alarmiert wird, muss das Objekt selbst zugänglich sein. Hierfür ist eine Generalschließung erforderlich. Die Schlüssel werden im Feuerwehrschlüsseldepot hinterlegt. Auch in anderen Fällen ist die Hinterlegung von Generalschlüsseln für die Feuerwehr sinnvoll, um ihr ein gewaltfreies Eindringen im Rahmen der Brandbekämpfung zu ermöglichen. Die Feuerwehrschlüsseldepots sind so ausgeführt, dass eine unberechtigte Nutzung verhindert wird.

- **Löschwasser**

Es muss ausreichend Löschwasser zur Verfügung stehen. Die erforderliche Löschwassermenge muss im Umkreis von 300 Metern über öffentliche Hydranten sichergestellt werden. Teilweise können hierfür auch offene Gewässer herangezogen werden. Andernfalls muss die Löschwassermenge durch den Eigentümer/Betreiber zur Verfügung gestellt werden, z. B. durch eine Löschwasserzisterne.

- **Feuerwehrplan**

Die Feuerwehr sollte sich gut orientieren können. Dies unterstützt den Einsatzablauf. Für die Orientierung dient neben der Ausschilderung insbesondere der Feuerwehrplan des Objekts.



- **Brandschutztechnische Abtrennung**

Der Brand sollte beherrschbar sein. Hierfür wird die Brandausbreitung durch bauliche oder anlagentechnische Maßnahmen behindert. Gerade die baulichen Maßnahmen, wie Brandmauern (heute: Brandwände) dienten schon im Mittelalter zur Behinderung der Brandausbreitung in Städten, um überhaupt Löschmaßnahmen erfolgreich durchführen zu können.

- **Brandmeldeanlagen**

Auch Brandmeldeanlagen dienen dazu, frühzeitig einen Brand zu entdecken und die Feuerwehr zu alarmieren, sodass ein Brand so schnell wie möglich bekämpft werden kann.

- **Feuerlöscher**

Kleinere Entstehungsbrände können direkt durch geschultes Personal bekämpft werden. Hierfür ist das Objekt mit geeigneten Feuerlöschern auszustatten, die gut erreichbar sind. Die Mitarbeiter/innen sind im Umgang damit regelmäßig zu schulen.

## 6.5 Ermöglichung der Bergung von Kulturgütern

Eine Bergung von Kulturgütern sollte im Vorfeld sorgfältig geplant werden. Was kann oder soll unbedingt geborgen werden? Welche Maßnahmen sind dafür erforderlich? Müssen hierfür Gerätschaften, Kisten oder Ähnliches vorrätig gehalten werden? Prioritäten und Verantwortlichkeiten sind festzulegen (siehe auch Einführungstext Kapitel **Allgemeines Sicherheitsmanagement – Bergung**).

Eine Bergung ist grundsätzlich nur unter Wahrung des Eigenschutzes möglich. Sinnvollerweise sollte sie bei einem Brandereignis durch die Feuerwehr erfolgen, die über eine entsprechende Schutzausrüstung verfügt. Zur Unterstützung sollte die oben genannte Planung der Feuerwehr zur Verfügung gestellt und im Vorfeld mit ihr abgestimmt werden.

Teilweise unterstützen die Feuerwehren die Bergung zusätzlich. So verfügt beispielsweise die Feuerwehr Weimar über einen klimatisierten Gerätewagen für empfindliche Kulturgüter. Weitere Informationen zu den Themen Bergung, Notfallcontainer/-zug etc. bietet die Website der Notfallverbünde in Deutschland:

<http://www.notfallverbund.de/>

## 6.6 Organisatorischer Brandschutz

Alle vorgenannten Maßnahmen können ihre volle Wirkung nur entfalten, wenn der Brandschutz im Alltag stets beachtet wird.

- **Brandschutzordnung**

In der Brandschutzordnung wird festgelegt, welche Maßnahmen zur Behinderung einer Brandentstehung sowie bei bzw. nach einem Brand zu beachten sind. Des Weiteren sind in Teil C die Personen benannt, die besondere Aufgaben im Brandschutz wahrnehmen inklusive Nennung der jeweiligen Aufgaben.

Die Brandschutzordnung gilt für alle Mitarbeiter/innen, Fremdfirmen, Mieter/innen etc. in einem Objekt. Die Mitarbeiter/innen sind regelmäßig bezüglich des Inhalts zu schulen.

- **Brandlasten**

Rettungswege sind brandlastfrei zu halten, um die Personenrettung sowie den Löschangriff der Feuerwehr nicht zu behindern. Zusätzlich sind teilweise Bereiche im Objekt brandlastfrei zu halten, um die Brandausbreitung zu behindern (z. B. unausgebaute Dachböden). Die Einhaltung ist regelmäßig zu kontrollieren.

- **Prüfung und Wartung sicherheitstechnischer Anlagen**

Sicherheitstechnische Anlagen wie Brandmelde- und Alarmierungsanlagen, Löschanlagen oder Rauchabzüge werden selten genutzt. Mängel fallen nicht sofort ins Auge. Aufgrund ihrer Funktion wird ein hoher Anspruch an ihre Wirksamkeit sowie Betriebssicherheit gestellt. Damit die Anlagen diesen Anspruch erfüllen können, ist eine wiederkehrende Wartung durch eine Fachfirma sowie die wiederkehrende Prüfung durch Sachverständige unerlässlich.

Zur Erreichung der Schutzziele ist immer eine Kombination der genannten Maßnahmen erforderlich. Die jeweils erforderlichen und sinnvollen Maßnahmen sind hierbei stets auf das zu betrachtende Objekt abzustimmen.

*Lutz Henske und Ulrike Hahn*



**Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:**  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)



# 3

flut



# 3 | FLUT

**Wasser, das Lebenselixier der Erde, kann für Kulturgut in Museen, Archiven und Bibliotheken zur ernstzunehmenden Bedrohung werden.** Ursachen können technische Havarien, Folgen extremer Witterungslagen und daraus resultierende Hochwasserereignisse mit Überflutungsgebieten sowie lokale Starkregenereignisse sein (siehe auch Kapitel **Havarien/Unfälle und Unwetter**). Das Kulturgut kann durch Oberflächenwasser, rückstauendes Kanalwasser oder aufsteigendes/drückendes Grundwasser gefährdet sein. Zum einen sind in Kellern gelagerte Kulturgüter direkt gefährdet, zum anderen bedrohen Überschwemmungen im Keller die häufig dort installierten technischen Versorgungsanlagen wie Elektrik, Heizung und Telekommunikation und können zu deren Ausfall führen. Damit ist ein indirektes Risiko für Objekte in nicht unmittelbar von Hochwasser betroffenen Bereichen des Gebäudes verbunden. Selbst statisch relevante Schäden, die im **Maximalfall** die Stabilität des Gebäudes gefährden können, sind nicht auszuschließen und stellen weitere – teils schwere – Bedrohungen dar.

## 1. Ursachen für Flutereignisse

In den letzten Jahrzehnten ist in Europa ein verstärktes Auftreten von Hochwasserereignissen, oft ausgelöst durch ungewöhnliche Wetterlagen mit Starkregen, zu verzeichnen (Rhein-Hochwasser 1993, Oder-Flut 1997, Hochwasser der Elbe und ihrer Zuflüsse 2002, Rhône-Hochwasser in Südfrankreich 2003, Elbe-Hochwasser 2013, Hochwasser in Passau 2013, Acqua alta in Venedig 2019, Hochwasser in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen 2021).

Am häufigsten werden Gebäude durch das Anschwellen großer Flüsse überflutet, meist verursacht durch Starkregen oder schnelle Schneeschmelze. So sind Frühjahrshochwasser im Zusammenhang mit der Schneeschmelze bei schnell steigenden Temperaturen regelmäßig zu erwarten. Beim Anschwellen großer Flüsse ist die oft lange Vorwarnzeit und die Berechenbarkeit von zu erwartenden Pegelständen von Vorteil. Diese Vorwarnzeit kann zur Einleitung von Schutzmaßnahmen genutzt werden (Dämme, Schotts, Ver-/Auslagerungen), um Schäden durch Oberflächenwasser, rückstauendes Abwasser aus der Kanalisation und aufsteigendes Grundwasser zu verhindern oder zu minimieren.

Aber auch kleinere Fließgewässer können zu einer Bedrohung werden, wenn diese durch zu große Wassermengen über die Ufer treten. Dies gilt besonders für kleine Flüsse in Gebirgsnähe durch den Abfluss von Regenwasser aus Gebirgen in Richtung größerer Flüsse oder Seen. Ein solches Ereignis hat z. B. im Sommer 2021 im Ahrtal innerhalb kurzer Zeit zu gravierenden Überflutungen geführt. Problematisch kann die fehlende Vorwarnzeit sein, wenn die Wassermengen schnell wachsen und durch ein natürliches Gefälle zusätzlich hohe Fließgeschwindigkeiten erreicht werden. Es bleibt kaum Zeit für eine Alarmierung von Personen (zum Beispiel durch Sirenen) oder für Schutzmaßnahmen für Gebäude und Sachwerte. So liegen gebäudetechnische Planungen zur Reaktion auf ein 100-jährigen Hochwassers großer Flüsse oft vor, nicht jedoch Konzepte für Bedrohungen durch kleine Fließgewässer. Gefahren sind in diesen Fällen wiederum Oberflächenwasser, rückstauendes Kanalwasser und aufsteigendes Grundwasser.

Aber auch Gebäude in Senken können bei Starkregen überflutet werden. Beispielsweise gerieten in Dresden das Landesamt für Archäologie, die Sammlung Senckenberg und das Museum für Völkerkunde im Jahr 2018 in Gefahr, als bei einem lokalen und zeitlich stark begrenzten Starkregenereignis in Dresden-Klotzsche das Regenwasser in eine Senke lief, in der sich das Gebäude befindet. Außerdem trat Abwasser aus der Kanalisation aus. Eine Bergung des Sammlungsguts war erforderlich, da Wasser in das Erdgeschoss eintrat.

Weltweit nehmen Museen, Archive und Bibliotheken das Schadensereignis Hochwasser zunehmend als ernste Bedrohung wahr. So enthalten die anerkannten Standard Facilities Reports aus den USA und Europa Fragen zu Hochwasserthemen, um im Vorfeld die Sicherheit von Leihgaben oder Wanderausstellungen zu klären. Aber auch die Kunstversicherer prüfen vor dem Angebot einer Police denkbare Gefährdungen durch Hochwassereignisse.

## **2. Schutzmaßnahmen**

Im Sinne einer Risikoanalyse sollte geprüft werden, ob eine Gefährdung bestimmter Bereiche des eigenen Gebäudes durch Hochwasser gegeben ist. Wenn ja, sollte keinerlei Kulturgut in eventuell betroffenen Bereichen, vor allem Keller und Erdgeschoss, gelagert werden. Dies betrifft zum Beispiel Ausstellungen, Depots, Verpackungsräume, Werkstätten oder Archive. Technische Einrichtungen in tiefgelegenen Bereichen des Gebäudes sind ebenfalls zu schützen. Für baulich-technische und organisatorische Maßnahmen zur Vermeidung oder Eingrenzung von Gefahren sollte ein spezielles Konzept erstellt werden. Handlungen zur Umsetzung dieser baulich-technischen und organisatorischen Regelungen sollten in einem Hochwassermanagementplan zusammengefasst werden.



## 2.1 Hochwassermanagementplan

Mit einer Vorwarnzeit ist es möglich, rechtzeitig ausgewählte Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser zu ergreifen. Dies dient nicht nur dem Kulturgutschutz (sofern das Kulturgut direkt in Bereichen mit Überflutungsgefahr lagert), sondern auch der Aufrechterhaltung des technischen Gebäudebetriebs und der Reduzierung von baulichen Schäden.

Die zu ergreifenden Maßnahmen sollten in einem Hochwassermanagementplan zusammengefasst sein und zu leicht nachvollziehbaren Abläufen aufbereitet werden.

Dabei sind zwei Fragestellungen zu berücksichtigen: 1) Woher können Informationen über zu erwartende Wasserstände bezogen werden? 2) Welche konkreten Gefährdungen und Handlungen resultieren aus diesen Prognosen für das/die Gebäude und das Sammlungsgut? Durch dieses präventive gedankliche Durchspielen gefährlicher Situationen wird die Handlungsfähigkeit im Ernstfall erhöht, da das Handeln nach einem Leitfaden in dem mit Stress, Hektik und Adrenalin verbundenen Ernstfall weniger Entscheidungsprozesse und die Abstimmung derselben bedeutet. Sinnvollerweise enthält der Hochwassermanagementplan auch eine Liste mit Kontakten zu hilfeleistenden Stellen (Feuerwehr, Notfallverbünde, Technisches Hilfswerk, Speditionen, Lagerhäuser, befreundete Institutionen).

Wichtige Partner in der Beantwortung von Fragen zu einer möglichen Bedrohung des eigenen Kulturguts durch Wasser sind die Wasser- oder Umweltbehörden, möglicherweise bereits installierte zentrale Hochwasserlagezentren, die Bauaufsichtsbehörden und die örtliche Feuerwehr.

Einrichtungen mit ähnlichen Bedrohungsszenarien, wie Museen, Archive und Bibliotheken, sollten einen lokalen Notfallverbund gründen. Die Mitglieder dieses Notfallverbunds können im Schadensfall zusammenwirken und damit personelle Ressourcen und Kompetenzen sowie Notfallausrüstung bündeln (z. B. Notfallzug Kulturgutschutz). Aber auch der Wissensaustausch innerhalb des Verbunds, unabhängig vom Schadensfall, ist ein wichtiger Vorteil, um vorhandenes Know-how effektiv zu nutzen.

## 2.2 Schutz vor Oberflächenwasser

Bei über die Ufer tretenden Flüssen ist das Oberflächenwasser die vorrangige Bedrohung für Gebäude und Sachwerte. In Abhängigkeit von der Vorwarnzeit ist es möglich, die eigene Liegenschaft mittels Dämmen aus Sandsäcken oder schnell zu installierenden mobilen Schotts zu schützen. Die Kosten für mobile Verbausysteme (oft aus Aluminium) sind überschaubar. Wichtig ist das regelmäßige Training der Montage und eine Wartung der Dichtungen. Das Gebäude sollte im Vorfeld von Ereignissen auf die Dichtheit von Gebäudeöffnungen wie Rohrdurchführungen von Energieversorgern und Telekommunikationseinrichtungen geprüft werden. Auch Türen und Fenster können mit einem hohen Widerstand gegen von außen eindringendes Wasser ausgestattet werden. Viele hochwassergefährdete Kommunen und Städte halten Verbausysteme vor, die im Bedarfsfall installiert werden (z. B. Köln, Dresden, Prag). Eine Abstimmung mit der Kommune über Art und Zeitpunkt des Einsatzes dieser Schutzmaßnahmen ist zu empfehlen.

Die Landesregierungen sind zuständig für Talsperren und Rückhaltebecken; diese sind entscheidende Schutzeinrichtungen für kleinere Flüsse. Zunehmend ist dabei allerdings der Interessenkonflikt zwischen Schutzfunktion der Einrichtung im Sinne eines abgesenkten Wasserstands und der touristischen Nutzung der Anlagen zu bemerken. Eine Abstimmung mit der Landestalsperrenverwaltung und der Wasserbehörde über Betrieb und Pegelstände der Rückhalteeinrichtungen ist sinnvoll. Zu beachten ist, dass die Vorwarnzeit für Hochwasserereignisse von kleineren Flüssen oft deutlich kürzer ist als die von größeren Flüssen, was das Zeitfenster für präventive Maßnahmen unter Umständen deutlich reduziert.

Bei Regen ist zu beachten, dass Dachrinnen überlaufen können. Dies führt zu einem Ablaufen des Wassers an den Fassaden und eventuell zu einem Austritt des Regenwassers aus den Regenfallrohren. Dadurch kann Wasser über Gebäudeöffnungen wie Fenster und Türen oder Undichtigkeiten in der Fassade, insbesondere an Dachüberständen, Balkonen, Erkern etc., ins Gebäudeinnere gelangen. Wenn die Fallrohre innen im Gebäude verlegt sind, kann es durch Undichtigkeiten zu Gebäudeschäden kommen. Deshalb müssen diese Regenrohre nicht nur gesteckt, sondern mit Blick auf die zu erwartende Wassersäule druckdicht ausgelegt werden.



## 2.3 Schutz vor rückstauendem Kanalwasser

Bei großen Mengen von Oberflächenwasser und in Abhängigkeit von der Lage des Gebäudes besteht die Gefahr des Rückstaus von Abwasser aus der Kanalisation. Als einziger Schutz ist lediglich eine Absperrung des Kanalsystems mit allen Konsequenzen denkbar. Dazu müssen im Bereich der Einbindung des hauseigenen Abwassersystems in den Sammler Rückschlagklappen oder Absperrelemente eingebaut werden, die im Gefahrenfall einen Rückstau des Kanalwassers verhindern. Es ist sinnvoll, diese Absperreinrichtungen doppelt auszuführen, da die Funktion der Elemente durch Verunreinigungen oder mechanische Blockaden (z. B. durch Steine) gefährdet sein kann. Zu beachten ist, dass mit einem Verschluss des Abwassersystems sofort gravierende technische Probleme im Gebäude auftreten. So ist die Nutzung der WC-Anlagen nicht mehr möglich und diese müssen sofort gesperrt und durch mobile WC-Systeme ersetzt werden. Auch Klimaanlagen mit Befeuchtungssektionen (Sprühkammer, Dampfbefeuchter) müssen sofort außer Betrieb genommen werden, da diese Anlagen in das Abwassersystem einspeisen.

## 2.4 Schutz vor aufsteigendem Grundwasser

Im Zusammenhang mit Starkregen und Oberflächenwasser, aber auch bei einem hohen Pegel großer Flüsse ist ein steigender Grundwasserstand zu erwarten. Dies kann zu unterschiedlichen Bedrohungen führen. Es gibt Gebäude, die mit einer „weißen Wanne“ ausgestattet sind. Dabei wird die Bodenplatte des Gebäudes wasserdicht ausgeführt, um ein Eindringen von aufsteigendem Grundwasser zu vermeiden. Es bildet sich jedoch ein starker Druck des Grundwassers gegen diese dichte Bodenplatte, der eine statische Bedrohung bedeuten kann (Bersten oder Anheben der Bodenplatte). Bei Gebäuden mit weißer Wanne sollten deshalb die kritischen Grundwasserpegel bekannt sein. Diese Pegelwerte sind von Architekten oder von Statikern zu erhalten. Gegebenenfalls kann auch die örtliche Bauaufsichtsbehörde Auskunft geben. Im Bedrohungsfall kann das Senken des Grundwasserpegels durch Hochwasserentlastungsbrunnen für Abhilfe sorgen. So sind im Dresdner Stadtzentrum 15 Hochwasserentlastungsbrunnen installiert, die für einen lokalen Trichter des Grundwassers sorgen und somit die Bedrohung für einige der kulturhistorisch wertvollen Gebäude senken. Voraussetzung für den Betrieb der Brunnen ist eine Abstimmung mit der Wasserbehörde und die sichere Verfügbarkeit von Elektrizität. Aber auch eine definierte Auflast auf die gefährdete Bodenplatte durch Sandsäcke, durch andere schwere Materialien oder sogar durch (sauberes) Wasser kann Gebäudeschäden verhindern.

Bei Gebäuden ohne „weiße Wanne“ ist ein Einsickern des Grundwassers in die Bodenplatte und weiter in den unteren Teil der Wände nicht auszuschließen. Die Wassermengen sind jedoch durch den hohen Widerstand der Gebäudehülle meist begrenzt und können lokal abgeführt werden. In diesem Fall ist die Planung von Pumpensümpfen (siehe unten) oder Kanalsystemen zur Aufnahme des Sickerwassers sinnvoll, um ein Entfernen des Wassers aus dem Gebäude zu vereinfachen.

## 2.5 Netzersatzanlagen und Anlagen zur Beseitigung von Wasser aus dem Gebäude

Ein Konzept zur Beseitigung von Wasser aus dem Gebäude zu erstellen ist in jedem Fall zu empfehlen. Nicht nur durch Leckagen von Schutzmaßnahmen gegen Hochwasser, sondern auch durch Havarien an technischen Anlagen kann es zu einem Eindringen von Wasser vor allem in Kellerbereiche kommen. Eine Planung von Pumpensümpfen oder eines Kanalsystems vereinfacht das Entfernen eventuell eingetretenen Wassers, da die Pumpensysteme oft eine wirksame Wasserhöhe von 2 cm benötigen. Ein Pumpensumpf ist eine Vertiefung (eine kleine Grube, ein Loch), gewöhnlich in einer Ecke des Kellers, in der dann die Pumpe das Wasser aufnehmen kann. Sinnvoll ist ein vorheriges Konzept zur Verlegung von Schläuchen und Elektroanschlüssen für die Standorte der Pumpen. Auch die Planung einer definierten Gebäudeöffnung für die Verlegung der Schläuche zur Abfuhr des Wassers ist sinnvoll (Kellerfenster, Tür). Dabei ist der Schutz gegen eventuell vorhandenes Oberflächenwasser zu beachten. Die Pumpen, Schläuche und Elektrokabel sollten im Vorfeld geplant, beschafft und nummeriert werden. Dies vereinfacht die Reaktion im Bedarfsfall. Zu beachten ist die sichere Verfügbarkeit von Elektrizität, da in einem Schadensfall sowohl die eigene Elektroanlage als auch die Versorgung des Energieversorgers gestört sein kann. Es empfiehlt sich, eine unabhängige Netzersatzanlage (Notstromanlage) vorzuhalten, die im Notfall die Versorgung der Pumpen sichern kann.

*Michael John*



Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)



# 4

# diebstahl



# 4 | DIEBSTAHL

**Diebstahl gehört zu den häufigsten Schadensereignissen in Museen, Bibliotheken und Archiven. Diebstähle geschehen häufig im Zusammenhang mit einem Einbruch, aber auch durch Wegnahme während der Öffnungszeiten. Ist dabei Gewalt gegen Menschen oder Androhung derselben im Spiel, spricht man von Raub. Nicht nur Fremde können Diebstähle begehen, sondern auch Mitarbeiter/innen, Dienstleister und/oder Fachbesucher/innen.**

**Der Diebstahl von Sammlungsgut ist nicht vollständig zu verhindern, da die Sammlungsbestände den Besucherinnen und Besuchern möglichst nah und offen präsentiert werden sollen. Solche Straftaten werden jedoch erschwert und behindert durch das Zusammenwirken von baulich-mechanischen, elektronischen und personell-organisatorischen Maßnahmen. Damit soll die Vollendung von Diebstählen verhindert werden und die Täter erkannt und möglichst ergriffen werden.**

**Die gegen Diebstähle gerichteten Maßnahmen sind immer auf die konkrete Sammlung auszurichten. In Abhängigkeit von der Lage des Gebäudes, seiner inneren Raumstruktur, den aufbewahrten Werten sowie den technischen und personellen Möglichkeiten sind in einem Sicherungskonzept nach einer Risikoabschätzung und -bewertung geeignete Maßnahmen vorzuschlagen und mit dem Gebäudeeigner/Nutzer zu bestätigen. Ein in sich schlüssiges Sicherungskonzept berücksichtigt auch die Verhältnismäßigkeit der einzuleitenden Maßnahmen durch Einbeziehung ggf. vorhandener oder möglichst einfach umsetzbarer Sicherungsempfehlungen.**

## 1. Zugänglichkeit versus Einbruchsschutz

Viele Museen, Bibliotheken und Archive bewahren wertvolle und unwiederbringliche Sammlungen. Maßnahmen zum Schutz der Bestände und zur Sicherung vor Einbruch, Diebstahl und Beschädigung stellen angesichts immer wieder vorkommender spektakulärer Kunstdiebstähle eine wichtige Aufgabe für Betreiber dar.

Museen, Bibliotheken und Archive weisen im Unterschied zu anderen sicherungswürdigen Gebäuden bzw. Institutionen wesentliche Besonderheiten in der Risikolage auf:

- Es sind überwiegend öffentlich zugängliche Gebäude im weitgehend öffentlichen Umfeld. Es gibt oftmals keine Umzäunungen, Mauern und andere Hindernisse, die das Umfeld des Gebäudes vom öffentlich begehbar Raum abgrenzen und den direkten Zugang zum Gebäude außerhalb von Öffnungszeiten verwehren.
- Potenziellen Tätern ist es während der Öffnungszeiten möglich, ihren Besuch zur genauen „Erkundung“ der Art und Weise der Präsentationsform, der Sicherungsmaßnahmen zum Schutz vor Entwendung, Zugriff und Beschädigung sowie möglicher Fluchtwege nach Tatausführung zu nutzen.
- Im Unterschied z. B. zu Banken werden wertvollste Exponate teilweise frei zugänglich präsentiert, was den schnellen Zugriff oder Beschädigungen erleichtert.
- Sogenannte Einschlusstäter (unberechtigtes Verbleiben im Gebäude nach Schließzeit mit dem Ziel der Begehung einer Straftat) stellen ein erhebliches Risiko dar, da im ungünstigsten Fall erst eine sehr späte Alarmierung erfolgt und für den/die Täter unter Umständen ein rasches Verlassen des Gebäudes über die „offiziellen“ Flucht- und Rettungswege möglich ist.

Der Schutz von Sammlungen muss daher sowohl den Schutz vor Einbruchdiebstahl durch gewaltsames Eindringen in Ausstellungs- und Depotbereiche umfassen als auch den Schutz vor Diebstahl und Beschädigung während der Öffnungszeiten.

Es ist davon auszugehen, dass die überwiegende Zahl der Diebstähle (bzw. Beschädigungen) während der Öffnungszeiten erfolgt. Dazu werden in erster Linie Zeiten mit wenigen Besuchern und Räume ohne Aufsichtspersonal genutzt.

Bei Einbrüchen mit nachfolgendem Diebstahl sind in glücklichen Fällen die Schäden wesentlich gravierender. Nach kriminalpolizeilicher Statistik werden über 95 % aller Einbrüche durch Türen und leicht erreichbare Fenster begangen.

Die Risiken für unterschiedliche Sammlungen müssen differenziert betrachtet werden. Exponate aus kostbaren Materialien, deren augenscheinlicher Marktwert hoch ist (Gold, Juwelen, wertvolle Minerale etc.) sind stärker gefährdet als z. B. paläontologische oder zoologische Bestände oder schwer verkäufliche Unikate.

Dieser „materielle“ Wert darf jedoch nicht zur alleinigen Grundlage für den Sicherungsumfang herangezogen werden – ein verloren gegangenes oder unwiederbringlich beschädigtes Typusexemplar der Zoologie ist von immensem wissenschaftlichen und ideellen Wert und daher in gleicher Weise zu schützen.



Es ist außerdem zu bedenken, dass auch vermeintlich weniger „wertvolles“ Sammlungsgut interessantes Ziel für Gelegenheitsräuber, Sammler oder Souvenirjäger sein kann, beispielsweise kleinteilige Sammlungen aus Münzen, Scherben o. ä.

Zu einem optimal funktionierenden Sicherungssystem in Gebäuden gehören

1. baulich-mechanische,
2. elektronische/anlagentechnische und
3. personell-organisatorische Maßnahmen.

Diese weiter unten näher erläuterten Maßnahmen ergänzen sich und sind so aufeinander abzustimmen, dass erkannte Risiken auf ein allseits vertretbares Maß reduziert, Personen geschützt und Sachwerte vor Verlust und Schädigung bewahrt werden.

## **2. Diebstahlschutz versus Personenschutz**

In Gebäuden mit hohen Anforderungen an den Sachschutz kollidiert oftmals die Notwendigkeit, Bereiche sicher zu verschließen, mit den aus Gründen des Personenschutzes erforderlichen, frei zu haltenden Erschließungswegen, Flucht- und Rettungswegen und Zu- bzw. Ausgängen.

Der Planung von Gefahrenmeldeanlagen muss daher stets eine Risikoanalyse und -bewertung sowie ein darauf aufbauendes Sicherungskonzept vorausgehen, in welchem auch baulich-mechanische Maßnahmen (Türen, Fenster, Sicherheitsbereichsgrenzen, Brandabschnitte) sowie die Notwendigkeiten der Erschließung des Gebäudes für Personal, Besucher, Nutzer und Reinigungs- bzw. Servicekräfte berücksichtigt werden.

Zu beachten sind aktuelle EN- und DIN-VDE-Normen (EN = Europäische Norm; DIN = Deutsches Institut für Normung; VDE = Verband der Elektrotechnik) sowie die Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer (VdS) zur mechanischen Stabilität von Fenstern und Türen sowie elektronischen Sicherungsmaßnahmen (EMA = Einbruchmeldeanlage). Die Einbruchhemmung von Bauelementen wie Türen und Fenster ist gemäß DIN EN 1627 in Widerstandsklassen (Resistance Class) RC1-6 definiert und in Bezug zu normiertem Täter-Werkzeugsatz und Tätervergehen definiert. Dabei ist für Bauteile mit Glaseinbau für jede Widerstandsklasse der Bezug zu der entsprechend zu verwendenden Glasqualität nach DIN EN 356 festgelegt. Ebenfalls zu beachten sind die DIN 18252 für Schließzylinder, DIN 18257 für Schutzbeschläge und DIN 18251 für Schlösser. Die Einbruchhemmung der Bau-



teile (Fenster, Türen etc.) wird nur dann erreicht, wenn auch die Vorgaben zu Montage und Einbau korrekt befolgt werden.

Die Grundlage für Planung, Einbau, Betrieb und Instandhaltung von Einbruchmeldeanlagen (EMA) bilden die Richtlinien des Verbands der Schadensversicherer (VdS-RL) 2311 einschließlich aller damit im Zusammenhang stehender VdS-Richtlinien, die seit 2009 neu herausgegebene VdS-Richtlinie 3511 „Sicherungsrichtlinien für Museen und Ausstellungshäuser“ sowie die DIN-VDE 0833 Teile 1 und 3 „Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall“.

Bei Einbruchmeldeanlagen mit direkter Aufschaltung auf den Polizeinotruf gemäß Richtlinie für Überfall- und Einbruchmeldeanlagen (ÜEA-RL) mit Anschluss an die Polizei ist die Installation nach der oben genannten Richtlinie in Klasse C Voraussetzung (höchste Sicherungsklasse nach VdS 2311, siehe 4.1 Einbruch- und Überfallmeldeanlagen).

Die genannten Vorschriften in der jeweils gültigen Fassung sind zur Gewährleistung der Zwangsläufigkeit und der Verhinderung von Falschalarmen zwingend einzuhalten. Gegebenenfalls erforderliche Abweichungen sind in jedem Fall vor der Installation mit der zuständigen Polizeidienststelle (meist Landeskriminalamt, Abteilung Prävention) abzustimmen.

Baulich-mechanische Maßnahmen haben wesentlichen Einfluss auf die Verhinderung bzw. Verzögerung eines Angriffs auf schutzwürdige Bereiche oder Objekte, während elektronische Überwachungsanlagen einen Angriff „nur“ signalisieren. Die Sicherstellung eines hohen mechanischen Widerstandszeitwertes der Gebäudehülle (der bei einem Einbruch oder Diebstahl bis zum Erlangen der „Beute“ zu überwindenden Elementen bzw. einzelner Räume, Vitrinen etc.) bildet daher die Grundvoraussetzung aller darauf aufbauenden elektronischen Maßnahmen.

Ein optimales Schutzkonzept gegen Einbruch und Diebstahl setzt daher voraus, dass ein Angriff so frühzeitig wie möglich detektiert und nachfolgend eine schnelle Tatsausführung durch entsprechend hohe mechanische Barrieren bzw. längere Wege bis zu schutzwürdigen Bereichen/Objekten verhindert wird. Die durch die baulich-konstruktive Festigkeit aller zwischen einem Täter und dem Ziel des Einbruchs/Diebstahls befindlichen Elemente (Wände, Fenster, Türen, Schlösser, Vitrine etc.) realisierte Zeit wird als Widerstandszeit bezeichnet. Die zwischen einem Einbruchsangriff und der Alarmauslösung liegende Zeit wird als Detektionszeit bezeichnet. Die zwischen Alarmierung und dem Eintreffen von Hilfeleistenden (Polizei, Wachschutz o. a.) vergehende Zeit wird als Interventionszeit bezeichnet. Die Summe der Detektionszeit und Interventionszeit muss kleiner sein als die Widerstandszeit,



um die Vollendung der Straftat zu verhindern und den Täter durch alarmierte Kräfte (Polizei, Wachunternehmen) zu ergreifen.

### 3. Baulich-mechanische Maßnahmen

Unter diesem Begriff werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die eindringenden Tätern oder im Haus befindlichen Besuchern den direkten, schnellen Zugriff auf Sammlungsstücke erschweren oder weitgehend unmöglich machen sollen. Dazu gehören Wände, Dächer, Türen, Fenster, Vitrinen, Schlösser, Beschläge, Schließzylinder, Gitter etc.

#### 3.1 Zäune, Einfriedungen und deren Tore/Pforten

Eine erste mechanische Barriere stellt die Umfriedung eines Grundstücks dar. Neben der psychologischen Wirkung („hier beginnt fremdes Eigentum, Überwindung dieser Grenze ist strafbar, zumindest Hausfriedensbruch“) kann schon diese Barriere mechanisch so stabil gestaltet werden, dass deren Überwindung den Eindringling Zeit kostet. Mit geeigneten Überwachungsmaßnahmen kann bereits der Versuch der Überwindung detektiert werden.

Mit der Höhe und der Stabilität der Umfriedung wachsen die psychologische Barriere und die Überwindungszeit. Von geeigneter Höhe kann ab 2,50 m aufwärts ausgegangen werden. Damit sind – zumindest bei glattem Mauerwerk oder engmaschigem Zaun – Hilfsmittel zum Überwinden erforderlich. Stabile Zäune müssen aus mindestens 6 mm starkem Metallgitter bestehen, die Pfosten sind in Beton ausreichend tief zu gründen und ein Unterkriechschutz ist vorzusehen (Betonsockel o. ä.). In Verbindung mit auf der Mauer- oder Zaunkrone angebrachten sog. Abweisern wird dem potenziellen Täter die Überwindung weiter erschwert.

Bei Baum- und Strauchbewuchs direkt an Umfriedungen ist zu beachten, ob diese als Kletterhilfen genutzt werden können.

Letztlich ist jeder Zaun, jede Mauer überwindbar. Für die Verlängerung des Widerstandswertes sind derartige Umfriedungen jedoch dann von besonderer Bedeutung, wenn sie mit elektronischen Meldern gekoppelt werden (siehe 4. Elektronische/ anlagentechnische Sicherungsmaßnahmen). Diese Maßnahmen müssen vor allem auch dann in Betracht gezogen werden, wenn die Umfriedungen nicht den Anforderungen an Höhe und Stabilität entsprechen bzw. aus denkmalpflegerischen Gründen nicht angepasst werden können. Angriffe auf Umfriedungen und Eindringen in nichtröffentliche Außenbereiche können mittels Videoüberwachung schnell und mit bildgebenden Verfahren zur sofortigen Situationsbeurteilung durch Wachpersonal detektiert und erkannt werden (siehe unten: [Videoüberwachung](#)).



### 3.2 Gebäudehülle

Außenwände und Dach des zu schützenden Gebäudes werden als Gebäudehülle bezeichnet, darin befindliche Öffnungen (Türen, Fenster etc.) werden in einem weiteren Abschnitt separat behandelt.

Die Risikobeurteilung der Gebäudehülle erfolgt unter folgenden Gesichtspunkten:

- Steht das Gebäude allein oder grenzt es an Nachbargebäude?
- Sind in den Trennwänden zu Nachbargebäuden Öffnungen vorhanden?
- Ist der Weg über das Dach von einem Gebäude zum anderen möglich?
- Besteht die bauliche Hülle aus widerstandsfähigem Baustoff (Beton oder Mauerwerk in entsprechender Stärke) oder leicht durchdringbarem Material (Fachwerk mit Lehm-/Strohausfachungen, Holz)?
- Wie hoch ist das Gebäude? Gibt es Kletterhilfen wie Blitzableiter, Nottreppen oder Rankpflanzen, wie z. B. Efeu- oder Weinbewuchs?

Entscheidend für die Schutzwirkung der Gebäudehülle ist die Festigkeit und Dicke des Wandaufbaus sowie die dafür verwendeten Materialien (Ziegelsteine, Beton o. a.).

Da ein bestehendes Gebäude in seiner Lage, äußeren Form und Gestaltung nicht oder nur schwer an Sicherungserfordernisse angepasst werden kann, stellt die Kenntnis der Beschaffenheit der Gebäudehülle sowie der sich daraus ergebenden Risiken und deren Beurteilung nur die Grundlage für umzusetzende elektronische Sicherungsmaßnahmen dar. Sind vereinzelt bauliche Verbesserungen möglich (z. B. das Vermauern von Durchbrüchen zu Nachbarhäusern), sind diese bevorzugt umzusetzen.

### 3.3 Türen und Fenster

Die Öffnungen in der Gebäudehülle sind die Schwachstellen eines Gebäudes. Zu mehr als 70 % werden leicht erreichbare Fenster von Einbruchtätern genutzt, um in ein Gebäude einzudringen.

Zu bewerten sind zunächst die Lage der Fenster und Türen sowie deren Einsehbarkeit (an stark frequentierter Straße oder an der Gebäuderückseite, auf Höfen und zu Nachbargebäuden, beleuchtete Fassade etc.).

Als weiteres Kriterium ist die Erreichbarkeit der Fenster nach ihrer Höhe über dem umgebenden Gelände zu beurteilen. Bis zu einer Höhe von 6 m über Gelände wird nach den Einschätzungen der Kriminalpolizei vom sogenannten „Handbereich“ aus-



gegangen. Weiterhin spielen hier zusätzliche Risiken wie Kletterhilfen an der Fassade, begehbarer Simse unterhalb der Fensterbrüstungen, Übersteigmöglichkeiten von Nachbargebäuden, Balkone etc. eine Rolle, wodurch sich der „Handbereich“ auch nach oben ausweiten kann.

Vergitterungen tragen vor allem aus Gründen der Abschreckung zur Risikominimierung bei, da sich Einbruchtäter zunächst auf Fenster ohne Vergitterung konzentrieren. Bezuglich des Widerstandszeitwertes können außen, vor der Überwachungsebene (EMA-Melder) liegende Gitter oder auch Rollläden nicht berücksichtigt werden, da sie mit modernem Werkzeug in relativ kurzer Zeit entfernt bzw. geöffnet werden können. Gitter mit integrierten Einbruchmeldern, die einen Angriff über die Einbruchmeldeanlage anzeigen, können demgegenüber den Widerstandszeitwert erheblich verlängern.

Die mechanische Stabilität der Türen und Fenster (Holz oder Kunststoff, Einfach-, Doppel-, Kastenfenster, Bänder und Verriegelung, Glasqualität etc.) ist ein besonders wichtiger Faktor zur Erschwerung bzw. Verhinderung von Einbruchdiebstählen.

Grundsätzlich muss zur Beurteilung dieser Stabilität das gesamte Fenster- bzw. Tür-element herangezogen werden. Dazu gehören die Rohdichte der verwendeten Materialien, der umlaufende Rahmen und dessen stabile Verankerung im Mauerwerk, das Fenster- und Türblatt selbst (einschließlich eventueller Glasausschnitte), Lage und Stabilität der verwendeten Bänder und Verriegelungen sowie Verschlussmöglichkeiten einschließlich Schließzylinder (siehe 3.5 Schließanlage). Einbruchhemmende Fenster und Türen sind in unterschiedlichen, genormten Widerstandsklassen nach VdS, EN und DIN erhältlich. Die Montagevorgaben zum Erreichen des Einbruchwiderstandes müssen unbedingt beachtet werden.

### 3.4 Mechanische Sicherung von Einzelexponaten

Die in Ausstellungen präsentierten Sammlungsstücke erfordern eine dem Exponat und der Art der Präsentation angemessene Befestigung. Ob freistehend, auf einem Sockel, Podest, an der Wand, aber auch innerhalb von Vitrinen – die Befestigung sollte stets so ausgeführt werden, dass eine schnelle Wegnahme verhindert oder zumindest erschwert wird. Dazu sind Befestigungsmittel (z. B. Schrauben) nutzbar, die schwer oder nur mit Spezialwerkzeug gelöst werden können.

In vielen Fällen ist es möglich, Exponate außerhalb der Reichweite von Besuchern zu präsentieren oder mittels (auch nur optischer) Barrieren einen solchen Abstand herzustellen. Vitrinen mit entsprechend hohem mechanischen Widerstand bieten den besten Schutz gegen Diebstahl im Tagbetrieb sowie gegen rasche Tatausführung im Verlauf eines Einbruchs. Vitrinen sind besonders für kleinteilige Exponate und/oder Exponate mit hohem Materialwert erforderlich.

### **3.5 Schließanlage**

Zur Regelung der Zutrittsberechtigung in die verschiedenen Museumsbereiche (Ausstellung, Depot, Restaurierungswerkstatt, Büro etc.) und zur Gewährleistung des sicheren Verschlusses aller Türen (und Fenster) ist in größeren Häusern in der Regel eine Generalschließanlage erforderlich.

Entsprechend der erteilten Zutrittsberechtigungen sind die erforderlichen Schlüssel (Einzel-, Gruppen-, Obergruppenschlüssel) zu verteilen, die Ausgabe von Schlüsseln ist zu dokumentieren und klar festzulegen, dass jeder Schlüsselverlust sofort anzugeben ist. Der Generalschlüssel ist möglichst nicht auszugeben und nur für Notfälle in einem Schlüsseltresor aufzubewahren (z. B. Feuerwehr-Schlüsselkasten). An Fremdpersonal, z. B. externe Reinigungskräfte, sollten keine Schlüssel ausgehändigt werden, durch die sie in die Möglichkeit versetzt werden, unkontrolliert sicherheitsrelevante Bereiche zu betreten.

Zur Qualität der Zylinder und Türbeschläge sind ebenfalls VdS-Richtlinien zurate zu ziehen (z. B. VdS-RL 2201 – Zylinderschlösser, VdS-RL 2156 – Schließzylinder, VdS-RL 2113 – Türschilder) bzw. die entsprechenden DIN-Normen 18251–18257.

Darin werden qualitative Anforderungen an die entsprechenden Produkte hinsichtlich Überwindbarkeit, Nachschließschutz (erhöhte Sicherheit gegen das Austasten der Schließbolzen im Schloss) und Aufboherschutz etc. formuliert, die bei der Ausstattung von Türen mit festgelegten Widerstandsklassen Berücksichtigung finden müssen.

## **4. Elektronische/anlagentechnische Sicherungsmaßnahmen**

Zu den elektronischen Sicherungsmaßnahmen gehören alle technischen Systeme, die dazu dienen, einen Einbruch in das Gebäude oder die Wegnahme von präsentiertem Sammlungsgut zu melden, ausschließlich Berechtigten Zutritt in zu schützende Bereiche zu gewähren, diese Bereiche oder deren Vorfeld visuell zu überwachen und eine hilfeleistende Stelle unverzüglich zu informieren. Sie können Diebstähle nicht direkt verhindern, spielen aber im Rahmen der Erhöhung des Widerstandswertes eine entscheidende Rolle, da ein Angriff auf Gebäude, gesicherte Bereiche oder Exponate in den Ausstellungen frühzeitig gemeldet wird.

Installierte elektronische Systeme können ihre Aufgabe nur dann effektiv erfüllen, wenn alle Komponenten eines Sicherungssystems als Einheit betrachtet und geplant werden (siehe oben: Schutzkonzept).

### **4.1 Einbruch- und Überfallmeldeanlagen**

In jedem Museum ist eine solche Anlage – egal, in welcher Dimension und Ausbaustufe – einer der Grundbausteine für ein Sicherungssystem. Sie besteht aus Einbruch-/Überfallmeldezenterale, Alarmierungseinrichtung, Scharfschalteinrichtungen und angegeschlossenen Meldern, verbunden mit der Zentrale durch ein Kabelnetz oder per Funk.



Der Verband der Sachversicherer kategorisiert Einbruchmeldeanlagen (EMA) nach deren Überwindbarkeit in die drei VdS-Klassen A, B und C. Diesen VdS-Klassen sind die jeweils geprüften Einbruchmeldeanlagen und Melder zugeordnet.

Museen, Archive und Bibliotheken – zumindest die Ausstellungs- und Depoträume oder andere Bereiche mit wertvollem Sammlungsgut – sind aufgrund ihres Schadensrisikos überwiegend so eingeordnet, dass die Installation einer EMA nach VdS-Klasse C erforderlich ist.

Im Unterschied zu geringeren VdS-Klassen weisen die EMA der VdS-Klasse C einen erhöhten Schutz gegen Überwindungsversuche und eine weitgehende Überwachung der sicherheitsrelevanten Funktionen auf. Die Scharf-/Unscharfschaltung dieser Anlage muss neben einem materiellen Informationsträger (Schlüssel, Chip) zusätzlich mittels eines geistigen Informationsträgers (PIN, Code) erfolgen.

EMA in Museen, Archiven und Bibliotheken sollten stets von einem VdS-zertifizierten Sicherheitserichter installiert werden. Dieser ist verpflichtet, die Bestimmungen der VdS-Richtlinien umzusetzen und in einem vorgeschriebenen VdS-Attest zu dokumentieren.

Durch EMA lassen sich ebenso Personenschutzaufgaben umsetzen, wenn z. B. Überfallmelder angeschlossen werden (z. B. Handtaster, deren Auslösung unmittelbar zur Polizei als Überfallalarm weitergeleitet wird). EMA und Überfallmeldeanlagen (ÜMA) können entweder kombiniert oder als eigenständige Anlagen ausgeführt werden.

EMA-Melder, die Angriffe auf ein Sammlungsgebäude so früh wie möglich detektieren und weitermelden sollen, lassen sich unterscheiden in:

- Melder zum Perimeterschutz (Detektion von Annäherungen an ein Gebäude, z. B. Lichtschranken)
- Außenhautschutz (Einbruchmeldung bei Angriffen auf die Gebäudehülle, z. B. Öffnungs- und Verschlussüberwachung als Magnet- und Riegelkontakte, Durchbruchüberwachung als Glasbruch- oder Körperschallmelder)
- Innenschutz (Bewegungsdetektion im Gebäude mittels z. B. Bewegungsmeldern)
- Objektschutz (Einzelobjektsicherung, z. B. Bildersicherungssysteme)

Die einzelnen Melder aufzuzählen oder Funktionsprinzipien zu erläutern, würde an dieser Stelle zu weit führen. Sie sind in den VdS-Richtlinien 3511 und 2311 ausführlich beschrieben.

Mittels EMA lassen sich auch unterschiedliche Sicherungsaufgaben bei geöffnetem oder geschlossenem Gebäude erfüllen. Während nachts z. B. alle Bereiche bzw. Melder scharfgeschaltet sind, werden tagsüber nur die Bereiche unscharf geschaltet, in denen sich Besucher und Mitarbeiter aufhalten. Nicht ständig begangene Depots können ständig scharfgeschaltet bleiben und nur durch berechtigtes Personal unscharf geschaltet werden. Auch die Fenstersicherung oder Einzelexponatüberwachungen können ständig scharfgeschaltet bleiben und nur zu Reinigungszwecken oder zum Wechsel der Exponate unscharf geschaltet werden.

Zur Lösung des erwähnten Zielkonflikts zwischen der Pflicht zur Freihaltung der Rettungswege und gesicherten, verschlossenen Türen werden in Museen, Archiven und Bibliotheken zunehmend Rettungswegsicherungssysteme (RWS) eingesetzt, die Türen im Verlauf von Rettungswegen elektrisch verriegeln. Diese Anlagen müssen bauaufsichtlich zugelassen sein und eine verriegelte Tür im Notfall freigeben.

Diese Systeme können sowohl mit der Einbruchmeldetechnik verknüpft werden, um die Freigabe der Verriegelung zu melden, als auch mit der Brandmeldezentrale, um im Brand- oder Notfall die Verriegelung aufzuheben.

Auch Zutrittskontrollanlagen (siehe 4.2) können in die Einbruchmeldeanlage eingebunden werden, um z. B. bei unscharfem Bereich nur autorisiertem Personal den Zutritt zu gewähren, ebenso Videokameras zur Verifizierung der Zutrittsberechtigung. Meldet ein Einbruchmelder einen Angriff, wird über die Einbruchmeldezentrale (EMZ) Alarm ausgelöst. Dieser kann intern (nur an eigenes Aufsichts- oder Wachpersonal), extern (mittels optischer und akustischer Signalisierung an die anonyme Öffentlichkeit, z. B. Anwohner, Passanten) oder als Fernalarm (über Daten-/Telefonleitung an Polizei oder Zentrale eines Wachunternehmens) erfolgen. Bei EMA der Klassen B und C ist nach VdS-Richtlinie 2311 ein Fernalarm vorgeschrieben.

## 4.2 Zutrittskontrollanlagen (ZKA)

Mit dem Einsatz von Zutrittskontrollanlagen wird erreicht, dass bestimmte Bereiche oder Räume (z. B. Depots, Sicherheitszentrale) nur von autorisiertem Personal betreten werden. Hierfür sind an den Zugangstüren Zutrittskontrollleser erforderlich, die die Zugangsberechtigung anhand mechanischer, elektronischer oder auch biometrischer Daten erkennen und freigeben bzw. verhindern.

Mit einer Zutrittskontrollanlage ist es auch möglich zu registrieren, wann welcher Raum von wem betreten und verlassen wurde, sofern die Datenträger einer konkreten Person zugeordnet werden.

### 4.3 Videoüberwachung

Der Einsatz von Videotechnik in Sammlungseinrichtungen gewinnt zunehmend an Bedeutung, allerdings nur zur Unterstützung und nicht als Ersatz für Aufsichts- bzw. Wachpersonal. Sichtbar installierte Videokameras tragen zur Erhöhung der Täterhemmschwelle bei. Per Kamera lassen sich Erkenntnisse zur Situation in Schwerpunktbereichen und bei Alarmauslösungen gewinnen, die Bilder können aufgezeichnet werden und damit auch zur nachträglichen Bewertung eines Vorkommnisses und bei anspruchsvoller Technik auch zur Identifizierung von Tätern herangezogen werden. Grundsätzlich sind datenschutzrechtliche Bestimmungen zu beachten und das Vorhandensein einer Videokontrollanlage durch ein Bildzeichen oder Ähnliches anzuzeigen.

Wichtige Einsatzgebiete in Museen, Archiven und Bibliotheken sind:

- Kontrolle und Videoaufzeichnung des Besucherverkehrs mit dem Ziel der „Erweiterung“ des Aufsichtsbereichs des Personals und der Nachvollziehbarkeit von erst nach einiger Zeit festgestellten strafbaren Handlungen
- Identifizierung von „verdächtigen“ Besuchern und Bewertung von Tathergängen nach festgestellter Straftat durch die Übergabe des gespeicherten Materials an die Polizei
- Kontrolle der Rettungswege
- Alarmvorprüfung: Bei einem Einbruchalarm bzw. einem Alarm aus der Videotechnik selbst (Videobildanalyse) ist es dem Wachpersonal zunächst ohne direkte personelle Intervention möglich, die Situation in der Umgebung des ausgelösten Alarms visuell zu prüfen und somit bei Falschauslösung auf personellen Einsatz zu verzichten oder aber bei Notwendigkeit unverzüglich die Polizei zu informieren.
- Perimeterüberwachung (siehe oben: EMA-Melder) im Außengelände durch Einsatz von Videobildanalyse (Bildänderungen durch Bewegungen werden erkannt, bewertet und bei Überschreitung vorgegebener Parameter, z. B. „größer als Katze“, mit Bildaufschaltung weitergemeldet).

Eine der Videokontrollanlage angemessene Außenbeleuchtung trägt zudem zur Erhöhung der Hemmschwelle für Einbruchtäter bei.

## 5. Personell-organisatorische Maßnahmen

Die Direktion trägt die Verantwortung dafür, dass Risiken für Sammlungsgut angemessen erfasst, bewertet und die nach dem Sicherungskonzept festgelegten Maßnahmen umgesetzt werden.

Für ein Gesamtkonzept „Sicherheit für Sammlungsgut“ sind personell-organisatorische Maßnahmen unabdingbar. Neben dem richtigen und adäquaten Einsatz baulich-mechanischer Sicherungen sowie elektronischer Überwachungsmaßnahmen müssen personell-organisatorische Maßnahmen für das Eingreifen bei und Verhindern von Diebstahl und Einbruch festgelegt werden. Deren Wirksamkeit muss kontinuierlich überprüft werden.

Im Rahmen dieser Verantwortung sind festzulegen:

- Bestellung eines Sicherheitsverantwortlichen für alle Sicherungsmaßnahmen, deren Koordination und stetiger Prüfung der Wirksamkeit sowie zur Erarbeitung von Vorschlägen für Verbesserungen
- Einweisungen für das Personal zu besonderen Gefahrensituationen und Vorgeben von Handlungsanweisungen
- Notfall- und Evakuierungspläne (Beispiele in der VdS-RL 3434 „Leitfaden für die Erstellung von Evakuierungs- und Rettungsplänen für Kunst- und Kulturgut“)
- Zutrittsberechtigungen anhand der internen Struktur und deren Kontrolle zur Minimierung von Diebstählen durch „Innentäter“; Festlegung der Sicherungs- („Scharfschalt“-)bereiche
- Anweisungen über die Handhabung der mechanischen und elektronischen Sicherungseinrichtungen
- Anzahl und Verteilung von Aufsichts- und Wachpersonal und Vorhalten einer ständig besetzten Stelle im eigenen Haus oder Weiterleitung von Alarmen an eine externe, ständig besetzte Stelle zur Einleitung abwehrender Maßnahmen; regelmäßige Schulung dieses Personals
- Organisation der Kontrolle der Ausstellungs-/Öffentlichkeitsbereiche nach Schließung auf ggf. noch anwesende Fremdpersonen

- Festlegung zum Umgang mit Fremdpersonal und deren Kontrolle (Reinigung, Wartung technischer Anlagen etc.)
- Vorgaben zur Nutzung von Sammlungsgut, sofern für z. B. wissenschaftliche Bearbeitung zugänglich (nur unter Aufsicht, Abgabe von Garderobe und Taschen, Kennzeichnung mit elektronischem Buchsicherungsstreifen, keine Schreibgeräte mit Tinte etc.)

Die vollständige Inventarisierung des Sammlungsbestands ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Kontrolle des Sammlungsguts und nach einem Diebstahl dringend erforderlich als Fahndungshilfe und Nachweis des ursprünglichen Besitzers. Das Inventarverzeichnis muss in einem sicheren, mittels EMA geschützten Bereich untergebracht sein. Inventare auf Datenträgern bzw. zumindest deren Sicherungskopie sind ebenso sicher zu lagern (ideal: Ort außerhalb der Einrichtung; siehe auch Kapitel **Allgemeines Sicherheitsmanagement**).

*Wolfgang Fuchs und Hans-Jürgen Harras*



Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)

# 5

# vandalismus



# 5 | VANDALISMUS

Es gibt verschiedene Anlässe oder Motive für die bewusste und vorsätzliche Beschädigung und Zerstörung von Kulturgut. Dazu gehören vor allem blinde Zerstörungswut, die Zerstörung oder Beschädigung durch Menschen mit einem krankhaften Persönlichkeitsbild oder aus politischen bzw. religiösen Motiven.

Vandalismus erfordert geeignete Abwehr- und Gegenmaßnahmen, um die Risiken für Kulturgüter so weit wie möglich zu minimieren. Ein absoluter Schutz ist zwar nicht zu erreichen, durch eine Vielzahl differenzierter Einzelmaßnahmen kann jedoch ein wirksamer Beitrag zur Vorbeugung und Abwehr vandalistischer Handlungen geleistet werden.

Der Begriff Vandalismus leitet sich ab von den Wandalen, einem germanischen Volk, das im 5. Jahrhundert in Rom plünderte und Wertgegenstände raubte, aber nicht vorsätzlich zerstörte. Während sich der Begriff im 19. Jahrhundert auf Beschädigung oder Zerstörung von Kulturgut bezog, umschreibt er heute eine allgemeine anonyme Sachbeschädigung, vornehmlich im öffentlichen Raum.

## 1. Motive für Vandalismus

Nachfolgend werden Zerstörungen und Beschädigungen nach Motiven, Ursachen und Anlässen gegliedert:

### 1.1 Blinde Zerstörungswut

Die meisten Vandalismusfälle geschehen aus der Lust an reiner Zerstörung aus einer aggressiven Grundstimmung heraus, als Imponiergehabe oder Mutprobe (auch in Form von über die sozialen Medien verbreiteten „Challenges“), als falsch verstandene Selbstbestätigung oder Feindsatz. Dieses Phänomen macht auch vor Kulturgut nicht Halt: Hiervon sind insbesondere Skulpturen oder künstlerische Installationen im öffentlichen Raum, historische Gebäude und Denkmale betroffen. Objekte der modernen Kunst werden dabei häufig – zur eigenen vermeintlichen Rechtfertigung – aus einer Position der Ablehnung heraus, aus Un- oder Missverständnis als hässlich, provokant oder sinnlos beurteilt und angegriffen.

Innerhalb von Museen und Ausstellungen können vorsätzliche Beschädigungen insbesondere durch Kinder und Jugendliche auftreten oder durch Erwachsene, die sich aus Wut, unter Alkoholeinfluss oder aus Gedanken- und Interessenlosigkeit zum Handeln leiten lassen. Hinzu kommen Beschädigungen durch das Abbrechen oder Abreißen attraktiver kleiner Teile von Objekten, Wandverkleidungen o. ä. als Souvenir. Hier können, neben einer verstärkten Aufsicht, auch die Aufklärung der Besucher und ggf. das Angebot von Kopien im Museumsshop das Problem mindern.

Andere Ursachen der Beschädigung oder Zerstörung von Exponaten, wie das Umstoßen von Skulpturen infolge von Unachtsamkeit oder Rempeleien zwischen Jugendlichen, das unerlaubte Berühren von Objekten oder Setzen auf Tische und Stühle stellen keine Vandalismushandlungen dar, da hierbei in der Regel kein Vorsatz zur Zerstörung oder Beschädigung vorliegt (siehe Kapitel [Abnutzung](#)). Ein fließender Übergang besteht dann, wenn als Mutprobe, aus Spaß oder Angeberei Beschädigungen oder Zerstörungen von Exponaten billigend in Kauf genommen werden, z. B. durch Missbrauch vorhandener Feuerlöscheinrichtungen, vorsätzliches Stoßen anderer Personen oder ähnliche Handlungen.

Eine besondere Schwierigkeit besteht im Schutz von Büchern und Archivalien vor Beschädigungen und Zerstörungen durch Nutzer/innen, solange diese nicht durch (elektronische) Kopien für die Nutzung ersetzt wurden. Es ist in der Regel selbstverständlich, dass Bücher, Stiche, Drucke etc. zur näheren Betrachtung in Lesesälen an Benutzer ausgehändigt und von diesen „in die Hand genommen“ werden können. In Archiven und Bibliotheken wirkt die Präsenz einer Lesesaalaufsicht und/oder eine Videoüberwachung nicht nur abschreckend und vorbeugend gegen mögliche Diebstahlshandlungen, sondern schützt auch vor Vandalismus in Form von Herausreissen, Beschreiben, Beschmieren oder Bekritzeln von Buchseiten.

Im Zusammenhang mit Krawallen und Randalen im Rahmen öffentlicher Kundgebungen, Musik- oder Sportveranstaltungen kann es ebenfalls zu Beschädigung und Zerstörung kommen. Wenn der ursprüngliche Anlass für eine Demonstration oder Veranstaltung in den Hintergrund tritt und radikalierte Teilnehmer unterschiedslos Angriffe gegen Objekte und Einrichtungen führen, können auch Kunstwerke oder denkmalgeschützte Gebäude direkt oder indirekt mit betroffen sein, ohne dass ein bewusster Vorsatz hierzu besteht (siehe Kapitel [Gewalttaten](#)). In diesem Moment richtet sich der Vorsatz radiklierter Teilnehmer auf die Zerstörung „an sich“.



## 1.2. Bewusstseinseinschränkende Faktoren

Neurosen und Depressionen, Drogenkonsum und Wahnvorstellungen können Menschen dazu bringen, sinnlose, hinsichtlich Motivation und Hintergrund nicht nachvollziehbare Zerstörungshandlungen an Kulturgut zu begehen. Auch wenn es den Anschein haben kann, dass die Täter in vollem Bewusstsein agieren – derartige Handlungen sind Ausdruck krankhafter Phänomene oder wurden durch die Einnahme von Drogen ausgelöst bzw. unterstützt. Prägnante Beispiele hierfür sind u. a. die Attacken auf das Leonardo-da-Vinci-Gemälde „Mona Lisa“ 1956 (Säureanschlag, Steinwurf) oder die wiederholten massiven Beschädigungen von mehr als 50 Kunstwerken in den 1970er und 1980er Jahren durch einen psychisch kranken Mann aus Hamburg (u. a. Werke von Paul Klee, Rembrandt und Albrecht Dürer).

Obwohl Vandalismushandlungen nicht selten unter Alkoholeinfluss begangen werden und Alkohol in diesem Zusammenhang gleichermaßen als eine „bewusstseinsbeeinflussende Droge“ wirkt, steht er nicht im Mittelpunkt des hier behandelten Ursachenbildes. Das Rauschmittel Alkohol kann bei bestimmten Krankheitsbildern verstärkend wirken – primär ist er jedoch in vielfältigster und unterschiedlichster Weise als auslösender Faktor wirksam – insbesondere bei Handlungen aus blinder Zerstörungswut.

## 1.3 Politische und religiöse Motive

Politik und Religion stellen seit der Antike wichtige Triebkräfte für die bewusste und gezielte Vernichtung und Beschädigung von Kulturgut dar. In nahezu jedem Krieg – ob politisch oder religiös motiviert – wurden Heiligtümer, Sinnbilder und Symbole der Kultur eines besieгten Volkes vernichtet, zerstört oder geraubt. Beispiele aus der jüngeren Vergangenheit sind die Sprengung der Buddha-Statuen von Bamiyan durch die Taliban in Afghanistan 2001, die massenhafte Zerstörung kultureller Zeugnisse ethnischer Minderheiten während der Kriege im ehemaligen Jugoslawien der 1990er Jahre und die Zerstörung der historischen Stätten im syrischen Palmyra durch die Terrororganisation „Islamischer Staat“ 2015.

Durch bestimmte Objekte können politische oder religiöse Missverständnisse oder Verstimmungen ausgelöst werden. So fühlte sich 2008 ein Ausstellungsbesucher in Berlin provoziert und riss bei der Eröffnung der Berliner Dependance von „Madame Tussauds“ der ausgestellten Wachsfigur von Adolf Hitler den Kopf ab. Auch unterschiedliche Moralvorstellungen können Vandalismus hervorrufen, z. B. bei der Darstellung einer nackten Frau.

Als Sonderform des politisch motivierten Vandalismus kann der politische Ikonoklasmus angesehen werden, wenn z. B. bei der Einführung neuer Gesellschaftsverhältnisse alte Denkmäler als nicht mehr passend angesehen und „im Auftrag der Gesellschaft“ demontiert und/oder zerstört werden.

#### **1.4 Vertuschung von Straftaten**

Im Zusammenhang mit Einbruch und Diebstahl sind nicht selten bewusste Zerstörungen des Tatumsfeldes bis hin zur vorsätzlichen Vernichtung, etwa durch Brandlegung, zu beobachten, entweder um die eigentliche Tat zu verschleiern oder Täterspuren zu verwischen.

Das Ausmaß der Folgeschäden durch Vandalismus ist hierbei häufig wesentlich höher als das des eigentlichen Diebstahls. Eine bewusste Zerstörung und Vernichtung künstlerischer und kulturhistorischer Werte wird billigend in Kauf genommen. Vandalismus entsteht als Folge einer anderen Straftat und hängt mit dieser untrennbar zusammen. Geeignete und angemessene Schutzmaßnahmen gegen die eigentliche kriminelle Handlung verhindern die Folgehandlungen bzw. minimieren zumindest die möglichen Folgeschäden.

#### **1.5 Ökonomische Motive**

Eine Sonderform des Vandalismus nehmen Diebstähle ein, die gleichzeitig mit der absichtlichen Zerstörung und Vernichtung des Kulturguts einhergehen, um aus dem Material einen ökonomischen Gewinn zu erzielen. Hiervon sind insbesondere Kunstwerke und Denkmale aus wertvollen und wiederverwendbaren Materialien, wie Bunt- und Edelmetall oder Edelsteine, betroffen. Beispiele hierfür sind der Diebstahl der Goldmünze „Big Maple Leaf“ aus dem Bode-Museum in Berlin im Jahr 2017 sowie der Juwelen aus dem Grünen Gewölbe der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden 2019. Es muss davon ausgegangen werden, dass diese Gegenstände für den Weiterverkauf zerstört wurden (das Gold eingeschmolzen bzw. die Edelsteine umgeschliffen).

Kommerzielle Interessen stehen auch bei Diebstählen von Kunstwerken im Vordergrund, die durch Herausschneiden der Leinwand aus dem Rahmen, Abbrechen von Schnitzereien, Skulpturen, Altarflügeln, Heraustrennen von Stichen aus Büchern etc. oder sonstige Formen brutaler und zerstörerischer Handlungen begangen werden. Das Kunstwerk wird zwar nicht, wie beim Einschmelzen, vollständig vernichtet, jedoch in einem so erheblichen Maß geschädigt und/oder aus seinem künstlerischen Zusammenhang gerissen, dass in der Regel irreparable Schäden entstehen. Es besteht ein enger Zusammenhang zum Sachverhalt des Einbruchs/Diebstahls (siehe Kapitel [Diebstahl](#)).



## 2. Maßnahmen

### 2.1 Prävention

Präventive technische Maßnahmen gegen Vandalismus ordnen sich vielfach in den vorbeugenden Schutz gegen Einbruch, Diebstahl oder Brand ein oder sind mit diesen identisch. Bei der Planung ist die spezifische Gefährdung durch Vandalismus zu berücksichtigen. So dienen einbruchhemmende Fenster und Türen, durchwurfhemmende Verglasungen oder eine ausreichende Beleuchtung außer dem Einbruchschutz auch der Vorbeugung vandalistischer Angriffe. Durch eine zuverlässig funktionierende Einbruchmeldeanlage kann neben der abschreckenden Wirkung gegen Einbrüche auch eine frühzeitige Alarmierung und das Eingreifen der Polizei oder anderer hilfeleistender Kräfte erreicht werden, sodass es gar nicht erst zu den beschriebenen vandalistischen Folgehandlungen kommen kann.

Absperrungen innerhalb der Ausstellungsräume als Schutz vor Beschädigung oder Wegnahme in Verbindung mit optischer bzw. akustischer Signalisierung und dem Einsatz von Aufsichtspersonal können ebenso präventiv vor Diebstahl wie vor Vandalismus schützen. Eine automatische Brandmeldeanlage wird im Fall einer vorsätzlichen, vandalismusgeprägten Brandstiftung eine frühzeitige Alarmierung und Einleitung der Brandbekämpfung durch die Feuerwehr auslösen.

Eine weitere wichtige Präventivmaßnahme bildet die Prüfung und Bewertung der jeweiligen Ausstellung, ihres gesamten Inhaltes, einzelner Themen oder spezieller Exponate auf mögliche Anlässe oder Motive für Vandalismus. Zu prüfen ist, ob sich politische, religiöse, sexuelle oder persönliche Motive, wie Hass, übersteigerte Verehrung, Fetischismus usw., aus der Ausstellung oder der Einrichtung insgesamt ableiten lassen, die unter Umständen Vandalismus provozieren könnten. Wird ein solcher Ansatz erkannt oder nicht ausgeschlossen, ist zu entscheiden, ob zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen oder der Verzicht auf bestimmte Ausstellungsobjekte zweckdienlicher sind.

Organisatorische Maßnahmen zur Vorbeugung bilden den dritten Teil eines Präventionskonzepts. Dazu gehören vor allem die Sensibilisierung und Schulung der Mitarbeiter zum Erkennen von Anzeichen möglicher Vandalismushandlungen, zum richtigen und angemessenen Reagieren gegenüber Tätern und Besuchern sowie die Sicherstellung und Dokumentation eines beschädigten Objekts nach einer Attacke. Einen wichtigen Punkt zur Vorbeugung bilden die Zusammenarbeit und Abstimmung mit der Polizei und/oder privaten Sicherheitsunternehmen bzw. Sicherheitsberatern, da technische und organisatorische Lösungen alleine nur schwer zu finden und umzusetzen sind.



Einen absoluten Schutz vor zerstörerischen Angriffen kann es – analog zu anderen Risiken – nicht geben, da die Unberechenbarkeiten, die von Vandalismushandlungen ausgehen, zu groß sind. Grundsätzlich sollte daher immer individuell geprüft werden, ob und welche Gefahren genau vorliegen und in welcher Weise spezifische vorbeugende Maßnahmen sinnvoll und nutzbringend umsetzbar sind.

Vorkommnisse mit Vandalismushintergrund im Außenbereich sind vorrangig durch „Rowdytum“ geprägt und aufgrund der häufig aufwendigen, komplizierten und nur unzureichenden Möglichkeiten für Vorbeugungs- und Überwachungsmaßnahmen bzw. raschen Fluchtmöglichkeiten der Täter schwieriger zu verhindern. Im Gebäudeinneren bieten sich hingegen günstigere Voraussetzungen für die Umsetzung von Schutzkonzepten.

## 2.2 Präventive Maßnahmen

- Prüfen Sie, ob Ihre Einrichtung, Sammlung, Ausstellungen oder einzelne Objekte Anlass zu Provokationen geben. Besonders mögliche religiöse oder politische Motive sind dabei zu beachten.
- Mit dem Betreten einer Einrichtung erklären sich die Besucher/innen mit den Bedingungen einverstanden. Hängen Sie Ihre Besucher-/Nutzerordnung gut sichtbar aus und weisen Sie darauf hin. Verpflichten Sie die Nutzer/innen von Archiven und Bibliotheken dazu, die Nutzerordnung zu unterschreiben.
- Beobachten Sie einzelne Besucher/innen und Gruppen, um deren Verhalten zu analysieren.
- „Erziehen“ Sie Ihre Besucher/innen: Erklären Sie, warum die Einhaltung der Regeln wichtig ist, z. B. warum keine Objekte berührt werden dürfen.
- Weisen Sie Lehrer bzw. Gruppen-/Reiseleiter/innen ein und übertragen Sie ihnen Verantwortung.
- Begleiten Sie Gruppen, falls erforderlich, mit zwei Personen, von denen eine vor und eine hinter der Gruppe bleibt.
- Taschen sind in der Garderobe oder in Schließfächern zu deponieren.
- Schaffen Sie eine physikalische oder visuelle Distanz oder Barriere zwischen Objekt und Besucher/innen (Seil, Glas, Stufe, Sockel o. ä.).

- Sichern Sie kleine Objekte.
- Stellen Sie zerbrechliche, seltene und kleine Objekte in einer Vitrine aus, ggf. unter Sicherheitsglas.
- Prüfen Sie täglich den Zustand der Objekte.
- Halten Sie zur Vermeidung von Vandalismus (z. B. Graffiti) das Umfeld des Gebäudes, die Außenanlagen, Eingangsbereiche, Treppenhäuser, Garderoben und weitere Räume sauber und frei von abgestellten Gegenständen.
- Halten Sie die Umgebung des Gebäudes frei von brennbaren Materialien, um Brandstiftung zu vermeiden.
- Beleuchten Sie den Außenbereich bei Dunkelheit.
- Schulen Sie Ihr Wachpersonal im Erkennen verdächtigen Verhaltens.
- Schulen Sie Ihr Wachpersonal im richtigen Reagieren auf Vandalismus (Einleitung von Maßnahmen gegen den Täter und für die Sicherung des Objekts).
- Installieren Sie falls möglich eine Videoüberwachungsanlage mit Übertragung an eine idealerweise ständig besetzte Stelle, die die Aufnahmen auswertet und bei Bedarf reagiert.
- Installieren Sie, soweit möglich, eine Objektüberwachung, sodass bei Bedarf sofort reagiert werden kann.
- Erstellen Sie eine Liste der Telefonnummern interner oder externer Restauratoren und halten Sie diese für den akuten Bedarf griffbereit.
- Dokumentieren und analysieren Sie Vorfälle und Beinahe-Vorfälle.



## 2.3 Maßnahmen bei und nach einem Vorfall

- Bei akuter Gefahr alarmieren Sie sofort die Polizei.
- Alarmieren Sie den für die Sicherheit verantwortlichen Mitarbeiter oder ggf. den Leiter der Einrichtung entsprechend den Vorschriften.
- Alarmieren Sie den zuständigen Restaurator und/oder den für die Sammlung verantwortlichen Mitarbeiter, um zu entscheiden, was mit dem Objekt zu tun ist.
- Falls ein Objekt mit einer Substanz (Farbe, Säure etc.) besprührt wurde, stellen Sie möglichst den Behälter sicher, um die Substanz zu analysieren.
- Halten Sie die Besucher vom Schadensort fern. Fordern Sie sie, wenn möglich, auf, den Raum zu verlassen. Mögliche Zeugen sollten gebeten werden, sich für eine Aussage bereitzuhalten.
- Bleiben Sie bei dem beschädigten Objekt.
- Berühren Sie nicht die evtl. verwendete Substanz, um Ihre Gesundheit zu schützen.
- Berühren Sie das Objekt möglichst nicht, denn dies könnte weiteren Schaden verursachen.
- Beseitigen Sie keine Spuren, da diese für die Polizei von Nutzen sein könnten.
- Falls sich der Täter immer noch im Museum befindet, vermeiden Sie jede Eskalation und bleiben Sie ruhig.
- Vermeiden Sie jedes Risiko; der Schutz der Menschen und Objekte ist wichtiger als die Festnahme des Täters.
- Falls Sie den Täter festnehmen können, lassen Sie zwei Personen bei ihm.
- Fotografieren Sie das beschädigte Objekt und das Umfeld.
- Fertigen Sie eine detaillierte Beschreibung des Vorfalls an, werten Sie diese aus und berücksichtigen Sie die Erkenntnisse bei der nächsten Risikoanalyse.

- Bringen Sie den Fall zur Anzeige.
- Ansprechpartner für die Presse ist nur der Direktor, der Leiter der Abteilung für Öffentlichkeitsarbeit oder dafür bestimmte Personen entsprechend der internen Festlegungen.

Listen in Anlehnung an Hanna Pennock aus: KNK (Hrsg.): Sicherheit und Katastrophenschutz für Museen, Archive und Bibliotheken, Tagungsband, Dresden 2007, S. 83.

Lutz Henske



Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)

6

havarien  
unfälle



# 6 | HAVARIEN UNFÄLLE

Unfälle und Havarien, intern oder extern verursacht, stellen eine ernsthafte Bedrohung für Museen, Archive und Bibliotheken dar. Neben großen Schadensereignissen, wie dem Einsturz des Kölner Stadtarchivs 2009, gefährden auch kleinere Havarien, beispielsweise technische Defekte oder Wasserrohrbrüche, das Sammlungsgut. Folgeschäden sind u. a. mechanische Beschädigungen, Veränderungen des Raumklimas und Wasserschäden.

Die Begriffe „Havarien“ und „Unfälle“ werden hier folgendermaßen verwendet:

**Havarien:** Im Zusammenhang mit dem Kulturgutschutz bezeichnet Havarie eine Betriebsstörung oder einen Ausfall technischer Anlagen, die zu Schäden am Kulturgut führen können. Ursprünglich stammt der Begriff aus der Seefahrt und beschreibt Schäden an Schiff oder Ladung.

**Unfälle:** Unter Unfällen werden Personenschäden und Schäden an Objekten verstanden, die plötzlich sowie zeitlich und räumlich begrenzt auftreten und unbeabsichtigt geschehen.

Ursachen für Havarien und Unfälle sind:

- menschliches Versagen (unsachgemäße Handhabung, Fehlverhalten von Mitarbeitern, Besuchern oder Nutzern) ohne Vorsatz
- Versagen von Ausstellungs- und Depottechnik und -mobiliar (Vitrinen, Podeste, Stellwände, Hängeschienen, Regale, Schränke), unsachgemäße Montage von wandmontierten Objekten
- Versagen von Bauteilen (z. B. Decken, Wände, Stützen, Pfeiler, Balken), Einsturz von Gebäudeteilen oder ganzen Gebäuden
- Störungen an oder Ausfall von Sanitär-, Klima- und Heizungssystemen
- Einflüsse des Außenklimas (z. B. Einfrieren von Wasserleitungen)
- Ausfall der Elektroversorgung

Passende präventive Maßnahmen können die Eintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß von Unfällen und Havarien erheblich reduzieren.

## **1. Mechanische Beschädigungen**

Mechanische Beschädigungen von Kulturgut können durch versehentliches Fallen, Stoßen, Kippen sowie unsachgemäßes Heben und Schieben entstehen. Verursacht werden die Schäden meist durch unsachgemäße Handhabung während des Umgangs mit dem Kulturgut (Transport, Montage, Nutzung von Büchern und Archivalien) oder durch Fehlverhalten von Besuchern und Nutzern.

### **1.1 Transport**

Verpackung und Transport dürfen deshalb nur durch geeignetes Personal mit ausreichender Fachkenntnis erfolgen. Eine enge Betreuung externer Dienstleister (z. B. Kunstspeditionen) durch eigenes Personal ist daher unabdingbar. Stolperstellen auf museumsinternen Wegen müssen vermieden werden. Selbstschließende Türen sind automatisch oder durch zusätzliches Personal aufzuhalten. Es sind rutschhemmende Handschuhe zu verwenden, um ein Aus-den-Händen-Gleiten des Kulturguts (z. B. durch Handschweiß) auszuschließen.

Die Verpackung von Kulturgut sollte mit dämpfenden und dämmenden Materialien erfolgen. Für sensibles Kulturgut sind Spezialkisten zu verwenden. Der Transport sollte in erschütterungsarmen Fahrzeugen und auf gut ausgebauten Strecken erfolgen. Vorabstimmungen mit Zoll und Flughafen können gegebenenfalls die Verweildauer reduzieren, die Bearbeitungszeit verkürzen und für hohe Sensibilität der externen Beteiligten sorgen.

### **1.2 Montage**

Eine Montage des Kulturguts an der Wand (z. B. Gemälde, Grafik, Konsolen für Porzellan oder kleine Kunstobjekte) darf nur mit geeigneter Technik und unter Beachtung des Untergrunds erfolgen. Falls erforderlich, ist eine zusätzliche Verklebung und ein Dübelprüfgerät zur Kontrolle der Befestigung einzusetzen. Sicherheitshalber können lastunterstützende Haken oder Konsolen im unteren Bereich des Kunstwerks zur Entlastung verwendet werden. Bei Unsicherheiten zum Bauuntergrund muss die Statik geklärt werden.

### **1.3 Vitrinen**

Vitrinen sollten von Spezialisten entworfen und gefertigt werden. Eine sehr klare Aufgabenstellung zu den Anforderungen an die Vitrine bezüglich Präsentation, Größe, Zugang, Glasqualität, Klima, Licht, Sicherheit, Schadstofffreiheit und Materialvorgaben ist Grundlage für eine gelungene Beschaffung. Der Entwurf kann von Architekten erarbeitet werden, die über die erforderlichen statischen und konstruktiven Erfahrungen verfügen. Die Herstellung sollte durch Spezialfirmen erfolgen. Bei der



Glasqualität sind Präsentationsfragen (Entspiegelung, Superwhite-Qualität) ebenso zu beachten wie Anforderungen an die Widerstandsklasse der Gläser (RC). Bei hochwertigen Exponaten sind Sicherheitsanforderungen bis P6B nach DIN EN 1627 bis 1630 zu empfehlen. Zu [Widerstandsklassen](#) siehe auch die SiLK-Kapitel [Diebstahl](#) und [Vandalismus](#).

Insbesondere die Frage der Zugänglichkeit zum Kulturgut in der Vitrine muss sorgfältig abgestimmt werden. Türen müssen ohne Hilfsmittel offen stehen bleiben, ein „Umkippen“ der Vitrine durch das Gewicht der offenen Tür muss ausgeschlossen sein. Ein Öffnen der Vitrine durch Heben einer Haube über dem Kulturgut ausschließlich mit Glassaugern sollte vermieden werden, da die Sauger plötzlich versagen und zum Absturz der Glashaube auf das Kulturgut führen können. Die Konstruktion der Vitrine sollte unter Nutzung von sicheren Profilen erfolgen und auf statisch belastete Klebungen verzichten. Eventuelle technische Einrichtungen wie Klimatisierung, Beleuchtung und Sicherheit sollten in einem separaten Servicefach der Vitrine untergebracht sein. Hinweise bietet die Norm EN 15999-1:2014 „Erhaltung des kulturellen Erbes – Leitfaden für die Konstruktion von Schauvitrinen zur Ausstellung und Erhaltung von Objekten – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“, Teil 2 zu den technischen Anforderungen folgt.

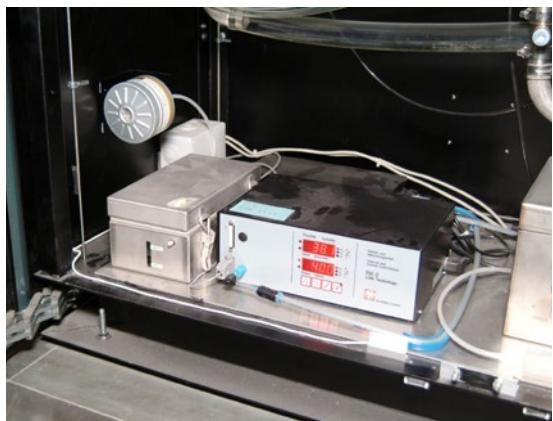


Abb. 1 und 2: Vitrinen im Grünen Gewölbe in Dresden. Fotos: Michael John

Die Vitrinen des Grünen Gewölbes in Dresden sind mit aktiver und passiver Klimatisierung ausgestattet. Ein separat zugängliches Servicefach sichert die Entkopplung von Wartungsarbeiten der Servicetechniker und des Zugangs zum Kulturgut. Die Konstruktionen der Türen und Beschläge sind nahezu unsichtbar und in hoher architektonischer Qualität ausgeführt.

## 1.4 Depot-/Magazinausstattung

Die Ausstattung in bestehenden Depots und Magazinen ist auf ihre Stabilität und Eignung hin zu prüfen und bei Mängeln zu ertüchtigen oder zu ersetzen. Neue Regale, Depoteinrichtungen, Schieberahmen- und Schieberegalanlagen müssen durch fachlich geeignete Personen mit der erforderlichen Erfahrung und Sachkenntnis geplant und errichtet werden. Nützliche Hinweise finden sich in der Norm EN 16893:2018 „Erhaltung des kulturellen Erbes – Festlegungen für Standort, Errichtung und Änderung von Gebäuden oder Räumlichkeiten für die Lagerung oder Nutzung von Sammlungen des kulturellen Erbes“. Gleichzeitig ist darauf zu achten, ausschließlich emissionsfreie Materialien zu verwenden (siehe Kapitel **Schadstoffe**).

## 1.5 Gebäude

Räume und Gebäude für Kulturgut sollten regelmäßig zusammen mit den baufachlich Zuständigen (Bauherr, Bauverwaltung) begangen werden, ggf. sind Fachleute wie Architekten oder Statiker/Bauingenieure hinzuzuziehen. Der Bauunterhalt muss in hoher Qualität gesichert werden (besonderes Augenmerk gilt Fenstern, Türen, Dächern). Auch Veränderungen im Umfeld der Liegenschaft müssen beachtet werden (Erdrutsche, große Baumaßnahmen, Erschütterungen, Überschwemmungen).

## 1.6 Besucherverhalten

Auch das Verhalten von Besucherinnen und Besuchern kann – absichtlich oder unbeabsichtigt – zu mechanischen Beschädigungen führen. Diese Beschädigungen können von Besuchern absichtlich oder unabsichtlich herbeigeführt werden. Zur Information zu vorsätzlichen Handlungen, darunter etwa Attacken mit Messern, Öl oder Säure auf Gemälde, sei hier auf das SiLK-Kapitel **Vandalismus** verwiesen. Unbeabsichtigte mechanische Beschädigungen von Kulturgut durch unsachgemäßes Besucherverhalten (zu nahe Herantreten, Drängeln, Schubsen, auf etwas Zeigen, Schieben großer Kinderwagen oder Rollstühle, Fotografieren, Nutzung von Selfie-Sticks, einfaches Stolpern oder Stürze etc.) müssen durch geeignete Maßnahmen vermieden werden. Die Instrumente dafür sind einerseits die Besucherordnung und andererseits die Kontrolle deren Einhaltung (Aufsichtsdienst mit ausreichend Personal). Seit einigen Jahren erlauben die Museen zunehmend die Aufnahme von Fotos, was zur Gefährdung durch das Anstoßen an Exponate, unkoordinierte Bewegungen der Besucher (z. B. unkontrolliertes Rückwärtslauen für Motivsuche) und zunehmende Enge durch Menschenansammlung an Meisterwerken führt. Auch hier muss der Aufsichtsdienst regelnd eingreifen und unbeabsichtigte Beschädigungen präventiv vermeiden. Die Nutzung von Selfie-Sticks für Fotoaufnahmen sollte in der Besucherordnung untersagt werden. Kleidungsstücke wie Jacken und Mäntel sollten abgegeben werden müssen. Die Mitnahme von Rucksäcken und großen Taschen sollte untersagt werden. Es soll-



ten transparente Plastiktüten für die Mitnahme wichtiger Gegenstände (z. B. Medikamente, Wertsachen) bereitgestellt werden. Weitere präventive Maßnahmen sind z. B. die Verglasung von Gemälden, deutlich wahrnehmbare Absperrungen, Vitrinen und elektronische Frühwarnsysteme. Für die Nachvollziehbarkeit von Unfällen für eine künftige Prävention ist eine Aufzeichnung per Videotechnik hilfreich, wobei die gültigen Regelungen zum Datenschutz zu beachten sind.

## 2. Wasserschäden

Kulturgut kann durch Wasser stark beschädigt werden, besonders gefährlich sind Wassereinbrüche aus darüber liegenden Geschossen („Wasser über Kunst“). Auch wenn dies möglichst vermieden werden sollte, so kann es doch mitunter erforderlich sein, Etagen über dem Kulturgut für technische, wasserführende Einbauten (z. B. klimatechnische Anlagen) zu nutzen, in denen sich Heiz-, Kälte- und Trinkwasserleitungen befinden. Sofern eine Verlagerung der Anlagen aus räumlichen und funktionalen Gründen ausgeschlossen ist, kann das daraus entstehende Risiko von Wasserschäden in darunter liegenden Geschossen durch folgende Maßnahmen reduziert werden:

- Installation wasserdichter Fußbodendichtungen mit Aufkantungen/Abdichtungen an den Wandbereichen (Folie, Spezialanstrich)
- Installation von Bodenabläufen
- Installation von Leckagemeldern und Aufschaltung auf die Gebäudeleittechnik (GLT) oder Gefahrenmeldeanlage (GMA)
- Verwendung von Rohr-in-Rohr-Systemen und Leckageüberwachung
- Drucküberwachung der Anlagen, um schnellen Druckabfall sofort zu signalisieren
- Installation von schnell schließenden Ventilen in den Anlagen und Ansteuerung durch die Gebäudeleittechnik (GLT)
- Reduzierung der Leitungslängen zwischen den Ventilen, um die eventuell austretende Wassermenge gering zu halten
- Tägliche präventive Kontrolle der Anlagen auf Tropfstellen

Wasserschäden können auch durch Installationen von Wassersystemen (Heizung, Trinkwasser) im Raum des Kulturguts selbst entstehen. Wasser kann beispielsweise plötzlich mit hohem Druck aus einem Rohr in oder vor der Wand oder Decke spritzen. Maßnahmen zur Reduzierung dieser Risiken sind:

- Vermeidung von Verbindungsstellen der Anlagen im Raum (Lötstellen, Schweißnähte, Pressungen) oder Schutz dieser Verbindungsstellen durch Revisionsklappen
- Kulturgut sollte nicht direkt auf dem Boden stehen, sondern auf Paletten, Podesten oder in Regalen. Dies ist insbesondere für Lagerräume/Depots erforderlich.
- Leckagemelder auf dem Fußboden und Aufschaltung auf die Gebäudeleittechnik (GLT) oder Gefahrenmeldeanlage (GMA) (Vorsicht vor Fehlalarmen bei der Reinigung der Räume!)
- In Depots und Magazinen kann ein Spritzschutz durch wasserabweisende Bleche errichtet werden, um ein direktes Treffen des Kulturguts von einem Wasserstrahl zu vermeiden.
- Bei unvermeidbaren Trassierungen im Raum sollten unter die Rohre Rinnen mit definiertem Abfluss installiert werden.
- Tägliche präventive Kontrolle der Anlagen auf Tropfstellen

Für die Hilfe nach einem eventuellen Wasserschaden müssen Notfallpläne und Materialien für die Erstversorgung (Notfallbox) vorhanden sein. Die Notfallpläne sollten Handlungsanweisungen zur Erstsicherung des Kulturguts und zur Art und Weise der Verpackung beinhalten sowie Telefonnummern von zuständigen Ansprechpartnern wie Fachkollegen/Restauratoren, Notfallverbund, Kühlhäuser, Transportfirmen, Technisches Hilfswerk (THW). Ein Bergungskonzept ist Grundlage für die Beräumung von Teilbereichen oder des gesamten Gebäudes, sei es durch eigene Mitarbeiter oder durch hilfeleistende Stellen. Informationen und Empfehlungen zum [Inhalt einer Notfallbox](#) finden sich auf der Website der Notfallverbünde ([notfallverbund.de](#), Praxis, Notfallboxen). Für größere Materialmengen ist eine zentrale Anschaffung und Lagerung (Notfallcontainer, Notfallzug), z. B. beim örtlichen Notfallverbund, sinnvoll.

### 3. Schäden durch klimatische Veränderungen

Durch Komplett- oder Teilausfall der Komponenten klimatechnischer Anlagen kann eine Gefahr für das Kulturgut entstehen, etwa durch schnelle Wechsel und ungeeignete Werte von Temperatur und relativer Luftfeuchte (siehe auch Kapitel [Klima](#)). Die Versorgungssicherheit der Räume kann durch folgende Maßnahmen erhöht werden:

- Gute Instandhaltung der Anlagen
- Tägliche Kontrollen
- Vorhaltung von mobiler Klimatechnik für Havariefälle
- Überwachung der Anlagen mittels Gebäudeleittechnik (GLT) oder Gefahrenmeldeanlage (GMA) und Alarmierungssystem bei Abweichungen von Sollwerten

Für die Versorgung des Kulturguts nach einer eventuellen Havarie der Klimatechnik müssen ebenfalls Notfallpläne und Materialien für die Erstversorgung (Notfallbox bei Wasserschäden) vorhanden sein. Auch in solchen Fällen ist eine Abstimmung mit dem lokalen Notfallverbund sinnvoll.

Das Eindringen von Außenluft durch Fenster, Türen und Dächer und damit verbunden eine ungeeignete Veränderung der Raumklimawerte muss durch Bauunterhaltsmaßnahmen und Begehungen ausgeschlossen werden (siehe oben unter [1. Mechanische Beschädigungen](#) sowie im Kapitel [Klima](#)).

### 4. Ausfall der Elektroversorgung

Der Ausfall der Elektroversorgung verursacht Ausfälle von technischen Anlagen wie

- Heizungs- und Klimatechnik
- Gefahrenmeldeanlage (durch Batteriepufferung meist verzögert)
- Telekommunikationsanlagen
- Beleuchtung
- Brandschutzelemente (Rauch- und Wärmeabzugsanlagen)

Der Ausfall der Heizungs- und Klimatechnik wurde oben bereits erwähnt. Der Ausfall der Gefahrenmeldeanlage sowie der Ausfall der Telekommunikationsanlage führt, mit zeitlicher Verzögerung durch Batteriepufferung, zu einem großen Sicherheitsproblem, da keinerlei Auslösungen oder Störmeldungen der Gefahrenmeldeanlage und/oder Gebäudeleittechnik nach außen gehen. Wichtig ist deshalb eine korrekte Wartung der Gefahrenmeldeanlagen einschließlich Netzersatzanlagen nach DIN VDE 0833. Bei nahendem Ausfall der Systeme der Gefahrenmeldetechnik wegen Netzausfalls müssen personelle Kompensationsmaßnahmen (z. B. durch Sicherheitsdienst, Polizei) eingeleitet werden. Der Ausfall der Beleuchtung führt zu eingeschränkten Arbeitsbedingungen.

Vorkehrungen für den Ausfall der Elektroanlage:

- Regelmäßige Kontrolle und Wartung der Anlage
- Revision der ortsfesten Anlage alle 4 Jahre
- Revision der ortsvoränderlichen Geräte alle 2 Jahre (entsprechend der Empfehlung der Berufsgenossenschaften)

Maßnahmen für Notfälle:

- Vorhaltung mobiler Netzersatzanlagen (Dieselaggregat) und Wartung dieser Anlagen
- Vorhaltung von Taschenlampen
- Bei sensiblen Liegenschaften: parallele Kommunikationswege zu hilfeleistenden Stellen (Feuerwehr, Polizei) über Mobilfunk (Es ist darauf zu achten, dass die Handys stets aufgeladen sind.)
- Regelmäßige Prüfung der Batterien in Gefahrenmeldeanlagen
- Notfallplan für den Ausfall der Elektroversorgung
- Abstimmungen mit dem örtlichen Notfallverbund

## 5. Unfälle mit Personenschäden

Unfälle mit Personenschäden gehören zu den schlimmsten Szenarien in Museen, Archiven und Bibliotheken. Innerhalb des SiLK – SicherheitsLeitfadens Kulturgut werden vorrangig die Gefährdungen des Kulturguts bewertet und evaluiert. Die Belange des Personenschutzes sind durch den Gesetzgeber im Bauordnungsrecht weitgehend geregelt. Folgende Rechtsgrundlagen sind für die Errichtung und den Betrieb von öffentlichen Gebäuden von Bedeutung:

- Landesbauordnung des jeweiligen Bundeslandes
- Versammlungsstättenverordnung
- Musterverordnung zur elektrischen Verriegelung von Türen in Rettungswegen
- DIN- und VDE-Regelungen zu Errichtung und Betrieb von technischen Anlagen
- Baugenehmigung des jeweiligen Gebäudes/der jeweiligen Anlage, erteilt durch die untere Bauaufsichtsbehörde
- Brandschutzordnung, Feuerwehrpläne und Flucht- und Rettungswegspläne nach DIN 14095
- Empfehlungen der Versicherer in VDS-Richtlinien

Regelungen für die Sicherheit von Beschäftigten in Kultureinrichtungen:

- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften (Gemeindeunfallversicherungen bzw. Unfallkassen)
- Regelungen der Gewerbeaufsicht
- Arbeitsschutzgesetz
- Arbeitsstättenverordnung

Innerbetriebliche Maßnahmen für Kultureinrichtungen:

- Ausstattung mit Erste-Hilfe-Material (Sanitätskästen)
- Ausbildung und Schulung von Ersthelfern
- Tätigkeit einer Fachkraft für Arbeitssicherheit
- Bestellung von Sicherheitsbeauftragten
- Gewährleistung einer arbeitsmedizinischen Betreuung
- Bei Bedarf Bereitstellung von Erste-Hilfe-Räumen
- Turnusmäßige Belehrungen der Mitarbeiter zu Unfallverhütungsvorschriften
- Arbeitsschutzausschuss
- Schutzkonzepte bei speziellen Großveranstaltungen (z. B. Notarztwagen vor Ort)

Folgende Themen werden im Kapitel Havarien/Unfälle nicht betrachtet, da es hierfür eigene SiLK-Kapitel gibt: **Brand**, Einbruch nach Ausfall der Gefahrenmeldeanlage GMA (Kapitel **Diebstahl**), Schädlinge, Schimmel (Kapitel **Schädlinge/Schimmel**), Hochwasser (Kapitel **Flut**).

*Michael John*



**Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)**



# abnutzung

7



# 7 | ABNUTZUNG

**Abnutzung und Verschleiß sind sich eher langsam abzeichnende und im täglichen Umgang kaum wahrnehmbare Bedrohungen, denen Kulturgüter ausgesetzt sind. Sie fallen oft erst im Vergleich von Abbildungen auf, die den Zustand von Objekten über größere Zeitabstände dokumentieren. Sie müssen aber nicht als schicksalhaft oder als logische Folge der Nutzung kultureller Gegenstände in ihrer Funktion als Informationsquelle, Ausstellungsstück oder begehbares Denkmal hingenommen werden, denn in vielen Fällen helfen bereits ein bewusster Umgang und einfache Mittel dabei, mögliche Nutzungsschäden zu minimieren.**

Was ist unter Nutzung von Kulturgütern und weiter unter Nutzungsschäden zu verstehen? Im Fokus der Betrachtung steht der Umgang mit Kulturgütern, die für die Öffentlichkeit erschlossen und zugänglich gemacht werden, wie beispielsweise historische Gebäude, Sammlungsgut, Bücher und Archivalien. Die Art ihrer Nutzung hängt von der Art des jeweiligen Kulturguts ab; Nutzungsschäden hingegen lassen sich im Allgemeinen auf wenige, einzeln oder in Kombination auftretende Ursachen zurückführen, wie Tabelle 1 zeigt.

Ursachen für Nutzungsschäden ...	... sind begründet in:
ständige oder übermäßige Nutzung	hoher Wertschätzung (Seltenheit, Informationsgehalt, künstlerische Technik, Material, Popularität/Vermarktung usw.), wie sie sich u. a. im starken Besucherandrang in berühmten Schlossbauten, wie z. B. Schloss Sanssouci, ablesen lässt.
nachlässiger Umgang in der Benutzung	mangelnder Wertschätzung (Reproduzierbarkeit, moderne Materialien etc.), beispielsweise gegenüber Fotoabzügen, Alltagsobjekten oder abstrakt gestalteten Außenskulpturen.
fahrlässiger Umgang in der Benutzung	mangelnder Sensibilisierung oder dem Unvermögen, die Folgen der eigenen Handlungen abzusehen, häufig infolge mangelnder Einweisung bzw. beim Einsatz unqualifizierter Arbeitskräfte.

**Tab. 1:** Zusammenhang zwischen Nutzungsart und Nutzungsschäden

Im Grunde bestätigt eine hohe Nutzungs frequenz die gesellschaftliche Bedeutung des betreffenden Kulturguts. Begreifen wir unser kulturelles Erbe als Ressource, so ist dessen sorgsame und nachhaltige Nutzung durchaus zu begrüßen. Doch diese Nutzung darf nicht in einen „Verbrauch“ ausufern, sondern muss mit Blick auf die Interessen der nachfolgenden Generationen möglichst bewusst und schonend geschehen.

## **1. Historische Gebäude und ihre Ausstattung**

Bereits das Betreten von Gebäuden führt zu einem allmählichen Abtrag an Böden, Treppen oder Handläufen. Auch Wandverkleidungen oder Türen sind durch unabsehliches Vorbeischleifen mit Kleidung oder Taschen gefährdet. Der Abrieb betrifft zunächst die Oberfläche, setzt sich jedoch bis zu den Trägermaterialien fort. Besonders intensive Belastung kann bis zur Schädigung der Bodenkonstruktion führen. Handelt es sich um sehr kostbare Böden, bedarf der Laufbereich eines individuell zugeschnittenen Schutzes (Teppiche in den Laufbereichen, Laufstege). Doch nicht allein die direkte mechanische Abnutzung durch Sohlen- oder Handkontakt ist von Bedeutung, mit den Besuchern gelangt auch Schmutz von außen in das Gebäude. Feiner Staub verteilt sich auf der Einrichtung, während gröbere Schmutzpartikel am Boden bleiben und unter den Sohlen wie Schleifkörner wirken. Filzpantoffel sind nur geeignet, wenn sie erst hinter der Sauberlaufzone ausgegeben werden und mindestens mehrmals wöchentlich gründlich ausgeschlagen werden. Bei hohem Besucheraufkommen verkürzen sich die erforderlichen Reinigungsintervalle, was wiederum einen Abnutzungsfaktor darstellt – insbesondere, wenn dafür zwar zweckmäßige, jedoch unter konservatorischen Gesichtspunkten ungeeignete Mittel und Methoden angewendet werden (Abb. 1). Zur Reduzierung des Schmutzaufkommens sind Sauberlaufzonen in den Eingangsbereichen erste wirksame Maßnahmen, sie sollten durch ein spezifisches Pflege- und Wartungskonzept ergänzt sein.



**Abb. 1:** Durch feuchtes Abwischen des Marmorsimses wurde die Blattvergoldung des Spiegelrahmens abgetragen. Foto: Christoph Wenzel



## 2. Bauarbeiten in historischen Gebäuden und Museen

Ein großes Problem stellen Bauarbeiten in historischen Gebäuden und Museen dar, weil diese grundsätzlich zu hohen Belastungen für die Umgebung und Objekte führen, aber auch weil Personal und Handwerker häufig nicht ausreichend sensibilisiert sind. In der Folge der Bautätigkeit verteilt sich aggressiver, mineralischer Staub über ganze Raumfolgen und setzt sich auf empfindlichen Oberflächen ab. Dessen Entfernung ist dann – wenn überhaupt – nur durch Restauratoren möglich. Mobile Kulturgüter sollten vor Bauarbeiten aus der Gefahrenzone entfernt und ortsfeste Ausstattung durch dichte Einhausungen geschützt werden. Die strikte Trennung von Schmutz- und Sauberzonen gehört ebenso unverzichtbar zur Vorplanung wie die Einrichtung von Staubschleusen mit feuchten Bodenmatten. Eine Beaufsichtigung der Bauarbeiten seitens der Einrichtung ist unabdingbar.

## 3. Veranstaltungen in denkmalgeschützten Gebäuden

Denkmalgeschützte Gebäude werden nicht nur für Besichtigungen, sondern auch für Veranstaltungen, Empfänge und Konzerte oder als Kulisse für Dreharbeiten und Fotoaufnahmen genutzt. Während die zusätzlichen Einnahmen zur Finanzierung erhaltender Maßnahmen beitragen können, besteht gleichzeitig die Gefahr, dass das Denkmal gerade unter dieser Nutzung leidet, da die meist für einen eher kleinen Besucherkreis konzipierten Räumlichkeiten oft nicht für einen massenhaften Andrang geeignet sind (Abb. 2). Die Gefahr der Abnutzung resultiert einerseits aus zu hohen Besucherzahlen, andererseits können mangelnde Sensibilisierung, Ablenkung durch verschiedenste Arbeiten oder eine ausgelassene Stimmung zum fahrlässigen Umgang mit historischer Substanz verleiten und dadurch Schäden an Einrichtung und Ausstattung verursachen. Gefährlich sind insbesondere eine übermäßige Bestuhlung, temporäre Einbauten, Dekoration und Kerzenbeleuchtung, Zubereitung und Verspeisen von Lebensmitteln (Buffet, Getränke) sowie die Beeinflussung des Klimas (Wärmestrahlung von Lampen und großen Gruppen sowie deren feuchte Ausdünstungen). Bevor Schritte zur Steigerung der Besucherzahlen ergriffen werden, müssen darum stets konservatorisch verträgliche Nutzungskonzepte erarbeitet werden. Mit klar formulierten Rahmenbedingungen, die der jeweiligen Raumsituation Rechnung tragen und die im Vorfeld vertraglich zu regeln sind, können die Veranstalter und deren Gäste sensibilisiert und somit Schäden vermieden werden.





**Abb. 2:** Großer Besucherandrang im kurfürstlichen Ruhezimmer der Amalienburg, Schlosspark Nymphenburg, München. Foto: Christoph Wenzel

Denkmäler	Art der Nutzung	Ursachen für Verschleiß
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kirchen</li> <li>• Schlösser</li> <li>• Burgen</li> <li>• Festungen</li> <li>• Historische Wohnhäuser</li> <li>• Parks</li> <li>• Naturdenkmäler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Museum, Massentourismus, Sehenswürdigkeiten</li> <li>• Messen, Zeremonien</li> <li>• Staatsempfänge</li> <li>• Dreharbeiten</li> <li>• Konzerte</li> <li>• Vermietung für Veranstaltungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkehr (Ablaufen von Fußböden und Treppenstufen)</li> <li>• Zu große Gruppen (Klima, Deckentraglast, Verschmutzung u. a.)</li> <li>• Unsachgemäßer Umgang mit historischer Substanz während Feiern</li> <li>• Vibration (Trittschwingungen, Musik)</li> <li>• Ruß, Wachs, Brandflecken (Kerzen, Zigaretten, Kaminfeuer)</li> <li>• Flecken, Wasser- und Schmutzränder (Zubereitung und Verzehr von Lebensmitteln und Getränken)</li> <li>• Kratzer, Macken (Transporte von temporären Einrichtungen, Bestuhlung, Bühne, Technik)</li> <li>• Klimatisch bedingte Schäden (z. B. durch unreflektierte Bemühungen, ein museumisches Klima zu schaffen [Kondensationsproblematik, Schwankungen]) oder Wärme durch Licht, technische Ausstattung oder große Besuchermengen</li> </ul>

**Tab. 2:** Denkmäler und ihr Verschleiß



Skulpturen, Standbilder und sonstige Denkmäler im Außenbereich bilden einen Sonderfall. Zwar stellt Abnutzung auch in diesem Zusammenhang eine Gefährdung dar, doch erscheinen mutwillige Beschädigung (Vandalismus), freie Bewitterung und Einwirkung von Luftschadstoffen oder sogar Diebstahl als weitaus größere Bedrohungen – insbesondere die Entwendung von Metallskulpturen aus öffentlichen Bereichen hat infolge stark angestiegener Materialpreise zugenommen. Zur Vertiefung sei hier auf die Kapitel **Vandalismus** und **Diebstahl** verwiesen.

#### **4. Ausstellungen: Objekthandhabung, Transport und Präsentation**

Die Museen nehmen mit dem Ausstellen eine ihrer zentralen Aufgaben wahr. Allerdings herrschen in Schauräumen häufig Umgebungsbedingungen, die sich negativ auf die Erhaltung der Exponate auswirken – es sei allein auf die zum Sehen notwendige Beleuchtung hingewiesen. Somit leiten sich aus dem Ausstellen und dem Bewahren unvermeidliche Zielkonflikte ab. Bei der Realisierung von Ausstellungen – dazu zählen Handhabung, Transporte, Montage und Hängung – gilt es außerdem, die Gefährdung durch mechanische Abnutzung so gering wie möglich zu halten (Tabelle 3 vermittelt einen Überblick der häufigsten Abnutzungursachen im Ausstellungsbereich).

Ist ein Exponat in einem ausstellungsfähigen Zustand? Ist es transportfähig? Wo liegen seine konstruktiven Schwachpunkte? Welche Umgebungsbedingungen sind aus konservatorischer Sicht notwendig und müssen geschaffen werden? Die Antworten auf diese Fragen sind entscheidende Voraussetzungen zur Vermeidung von Abnutzungerscheinungen im Ausstellungswesen.

Kulturgüter nehmen bereits durch falsche Handhabung Schaden. Berührt man ihre Oberflächen mit bloßen Händen, fördert der applizierte Handschweiß Korrosionserscheinungen und bindet Schmutz (Abb. 3 und 4); dünnsschichtige Fassungen, wie z. B. Polimentvergoldungen, werden bei wiederkehrender Berührung schnell durchgerieben. Schäden dieser Art können durch das Tragen von Handschuhen verringert oder ganz vermieden werden. Vinyl- oder Nitrilhandschuhe sind gewöhnlichen Baumwollhandschuhen vorzuziehen, da sie auch bei glatten Gegenständen einen sicheren Halt gewährleisten und an rauen Oberflächen keine Fasern hinterlassen.





**Abb. 3:** Skulptur aus polierter Bronze



**Abb. 4:** Detailansicht der Oberfläche: Massenhafte Berührungen mit bloßen Händen haben korrodierte Fingerabdrücke auf der Skulptur hinterlassen. Fotos: Christoph Wenzel

Unvorsichtiges Anfassen verursacht nicht nur bei fragilen Objekten Brüche, sondern kann auch zum Abreißen konstruktiver Teile führen, selbst wenn diese ehemals die Funktion eines Griffes, eines Henkels oder einer Tragelasche besaßen. Es empfiehlt sich daher, Gegenstände nur einzeln zu bewegen, flächig von unten zu unterstützen und nur an stabilen Stellen anzufassen. Bei Transporten gilt es, insbesondere Er-schütterungen und Vibrationen zu vermeiden. Auch das Anheben an konstruktiv ungeeigneten Stellen kann zu Schäden führen. Bevor Objekte bewegt werden, sind einige Voraussetzungen zu erfüllen. Zunächst muss der Erhaltungszustand geprüft werden, denn nach Möglichkeit sollten nur stabile Objekte bewegt werden. Der Weg zum Bestimmungsort muss ohne mehrmaliges Abstellen und Aufnehmen des Objekts möglich sein. Dazu benötigt man je nach Ausmaß und Gewicht einen oder mehrere Träger, die den Gegenstand sicher von unten halten, und eine weitere Person, die ggf. Türen öffnet und schließt. Alle Personen, die das Objekt anfassen, sollten Handschuhe tragen und scharfkantige Gürtelschnallen, Armbanduhren und dergleichen ablegen. Will oder muss man allein mehrere Gegenstände bewegen, dann sollte man sie gut abgepolstert in einer Kiste oder auf einem luftbereiften Etagen- bzw. Gemäldegewagen transportieren. Bei empfindlichen, geschädigten und flexiblen Objekten ist es ratsam,



eine Spezialhalterung anfertigen zu lassen. Auf dieser Halterung ruhend können sie berührungslos transportiert und sogar ausgestellt oder deponiert werden. Besonders empfindliche und/oder wertvolle Objekte sollten ausschließlich durch Restauratoren und geschultes Personal bewegt werden!

Sollen Sammlungsgegenstände größere Distanzen unbeschadet überstehen, beispielsweise im Leihverkehr oder auf Wegen zwischen Depot und Ausstellungshaus, ist besonderer Wert auf eine gute Schutzverpackung zu legen. Je nach Empfindlichkeit des Gegenstands sind mehrere Hüllebenen erforderlich. Von außen nach innen betrachtet schützt eine stabile Box oder Holzkiste vor Quetschungen. Darin federn Polster aus PE-Schaumstoff, Polyestervlies oder mit EPS-Perlen gefüllte Kissen Vibrationen sowie Stöße ab. Eine Lage Seidenpapier oder Polyethylenvlies (Tyvek®), unmittelbar um das Objekt geschlagen, schützt schließlich vor Kratzern und Abriebsspuren. Für weitere Transporte oder die hausinterne Zwischenlagerung kann die letztgenannte Verpackungslage – nach eingehender Zustandsprüfung – als Schutzschild gegen Verschmutzung oder Staub am Objekt verbleiben.

Im Leihverkehr steigert die Beauftragung einer Kunstspedition oder die Transportbegleitung durch einen Kurier die Objektsicherheit zusätzlich. Als Orientierungshilfe sei an dieser Stelle auch auf die Normen DIN EN 15946:2011-11 „Erhaltung des kulturellen Erbes – Verpackungsverfahren für den Transport“ und DIN EN 16648:2015-11 „Erhaltung des kulturellen Erbes – Transportmethoden“ verwiesen.

Über die Dauer ihrer Ausstellung müssen dreidimensionale Exponate fachgerecht montiert werden. Mangelt es an einer unterstützenden, ihrer Form entsprechenden Halterung, besteht aufgrund ihres Eigengewichts die Gefahr einer irreversiblen Deformierung (Abb. 5). Konstruktive Schwachpunkte der Ausstellungsstücke gilt es zu erkennen und durch unauffällige, gepolsterte Halterungen aus geeigneten Materialien zu unterstützen. Zur Vermeidung von Unfällen sollten am Boden stehende Exponate mit einer Einfassung versehen oder auf einem Podest präsentiert werden; Taschen, Mäntel und sperrige Gegenstände sollten nicht mit in die Ausstellung genommen werden (siehe auch Kapitel [Havarien/Unfälle](#)). Maßnahmen zur Steuerung von Gruppengrößen und Besucherströmen reduzieren die Gefahr von Abnutzungen.



**Abb. 5:** Durch die geöffnete Präsentation dieser Bibel (um 1790) in einer zu klein bemessenen Vitrine ist im Buchdeckel ein Knick entstanden. Foto: Christoph Wenzel

Ein Großteil der Ausstellungsbesucher verbindet – trotz Verbot – Anfassen mit Erfassen. Das eigene Berühren wird als singuläre, harmlose Handlung wahrgenommen, summiert sich jedoch zu Abrieb und chemisch wirksamer Verschmutzung. Es ist daher ratsam, besonders empfindliche Objekte durch Vitrinen, Verglasung oder Abstandhalter zu schützen. Mit speziellen didaktischen Mitteln, wie den sogenannten Anfassstationen/„Hands-on“-Bereichen (Nachbildungen von Exponaten oder künstlerischen Techniken, die berührt werden dürfen), können die haptischen Bedürfnisse der Besucher befriedigt werden, ohne dabei Originale zu verschleifen (Abb. 6 und 7). Zur Sensibilisierung der Museumsgäste sollte bereits im Eingangsbereich auf eine Besucherordnung hingewiesen werden.



**Abb. 6:** Taststation mit verschiedenen Leisten, die mit historischen Techniken gestaltet wurden



**Abb. 7:** Replik eines Kettenhemds zum Anfassen für die Museumsbesucher. Fotos: Chr. Wenzel



Einen Sonderfall bilden in diesem Zusammenhang technisches Kulturgut und kinetische Kunstwerke, deren Wahrnehmung und Verständnis den Ablauf von Bewegungen voraussetzt. Bewegung bedeutet in den meisten Fällen jedoch auch Verschleiß. Hier gilt es, vertretbare Einzelfalllösungen zu finden, deren Spektrum von begrenzter Betriebsdauer (Zeitschalter, Bewegungsmelder) bis hin zum regelmäßigen Ersatz von Verschleißteilen reichen kann.

Exponate	Art der Nutzung	Verschleiß im Ausstellungsbetrieb
<ul style="list-style-type: none"> <li>Moderne und antike Kunst (Gemälde, Skulptur)</li> <li>Kunsthandwerkliche Gegenstände (Möbel, Keramik, Textilien, Goldschmiedekunst etc.)</li> <li>Alltagskultur (Plakate, Schilder, Haushaltsartikel etc.)</li> <li>Technisches Kulturgut</li> <li>Musikinstrumente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dauer- und Wechselausstellung</li> <li>Mega-Events</li> <li>Museumsnächte</li> <li>Leihverkehr ([Ab-] Hängung, Handling, Transport, Zwischendeponierung)</li> <li>Tragen von historischen Kostümen bei Feierlichkeiten, Dreharbeiten usw.</li> <li>Sonderfall: Verwendung von Sammlungsstücken als Prestigeobjekt in Büro- und Amtsräumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kinetische Kunst (Abrieb beweglicher Teile)</li> <li>Audio-/Videokunst (Verschleiß durch Betrieb)</li> <li>Belastung durch schlechte bzw. ungeregelte Umgebungsbedingungen (Beleuchtung, Klimaschwankung, Luftschadstoffe)</li> <li>Transporte (Vibration, Handhabung)</li> <li>Unfälle</li> <li>Kürzere Reinigungsintervalle durch Einstauben (offene Präsentation)</li> </ul>

Tab. 3: Ausstellungsexponate und ihr Verschleiß

## 5. Archive und Bibliotheken

Ereignisse der Vergangenheit ließen sich ohne den Zugriff auf gesammelte Fotos, Akten, Karten, Pläne und sonstige Dokumente nur schwer oder überhaupt nicht mehr nachvollziehen. Archive und Bibliotheken mit einem Bestand an alten Büchern besitzen damit eine Schlüsselrolle für die Erforschung historischer Zusammenhänge. Der Wert der Archivalien steht und fällt jedoch mit ihrer systematischen Erschließung – dazu zählt die Erfassung von Beständen unter Wahrung ihrer ursprünglichen Ordnung und Zusammenhänge, ihre Verslagwortung, das Anlegen von Findmitteln und nicht zuletzt ihre ordentliche Ablage und Lagerung.

Die ursprünglichen Besitzer der Dokumente haben häufig Heft- und Bindematerialien verwendet, die schnell altern und dabei zu Schäden am Archivgut führen können. So korrodieren Büro- und Heftklammern aus Metall, verfärben Papiere und zerbrechen

schließlich unter leichtester Belastung, beispielsweise beim Umblättern. Die Dokumente laufen Gefahr, aus Sinnzusammenhängen herausgelöst zu werden, womit sie ihren Zeugniswert vollständig verlieren können. Ähnlich verhält es sich mit Gummibändern, wenn sie verspröden und reißen. Sie können jedoch auch erweichen und wirken dann wie ein Tropfen Klebstoff zwischen den Dokumenten. Versucht man diese voneinander zu lösen, reißen leicht Teile von dem einen ab und bleiben an dem anderen haften. Zur Aufbereitung von Archivalien für die Nutzung sollten deshalb vergängliche gegen dauerhafte Materialien ausgetauscht werden (Fadenbindung, Pergamenthüllen, Mappen aus säurefreiem Karton usw.).

Archivmaterialien leiden unter häufiger, doch mehr noch unter unsachgemäßer Nutzung. Selbst durch das Berühren mit vermeintlich sauberen Händen wird Handschweiß appliziert, dessen Säureanteil oft irreversible chemische Veränderungen verursacht. Historisches Film- und Fotomaterial sollte man aus diesem Grund nur mit Handschuhen anfassen (Abb. 8). Alte, holzhaltige Papiere können derart versprödet sein, dass sie selbst bei schonender Handhabung reißen oder zerbrechen. Für stark gealterte oder besonders wertvolle Dokumente ist daher die Mikroverfilmung bzw. Digitalisierung die sicherste Lösung, möchte man die originalen Materialien langfristig erhalten und die von ihnen ablesbaren Informationen weiterhin einem großen Nutzerkreis zugänglich machen.



**Abb. 8:** Handhabung von historischen Fotos mit Baumwollhandschuhen. Foto: Christoph Wenzel



Je besser ein Bestand erschlossen ist, desto einfacher und zielgerichteter lässt sich damit arbeiten. Zu diesem Zweck sind, neben den zuvor erwähnten Findmitteln, geräumige Arbeitstische mit guter Beleuchtung ebenso wichtig wie die Möglichkeit, Kopien oder Reproduktionen anfertigen zu lassen. Archivbesucher und Nutzer alter Bücher in Bibliotheken sollten sich vor der Nutzung registrieren und ihr Forschungsinteresse darlegen. In der Summe vermeiden diese Maßnahmen Frustrationserlebnisse bei den Nutzern und reduzieren die Gefährdung durch vorsätzliche Beschädigungen oder sogar Diebstahl. Um fahrlässig verursachte Schäden zu minimieren, sollte das Verzehren von Lebensmitteln und Getränken in Lesesälen verboten sein. Die Kontrolle des sorgfältigen Umgangs lässt sich im Nutzersaal am besten umsetzen. Ein Ausleihen von originalem Archivmaterial sollte daher eine Ausnahme und konservatorisch betreuten Ausstellungen vorbehalten sein. Die folgende Tabelle 4 nennt Beispiele für Archivalien sowie für deren Nutzung und fasst die potenziellen Nutzungsschäden zusammen.

Art der Objekte	Art der Nutzung	Nutzungsschäden
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bücher</li><li>• Akten</li><li>• Briefe</li><li>• Papyri</li><li>• Grafiken</li><li>• Stiche</li><li>• Filme, Fotonegative und -abzüge</li><li>• u. v. m.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Forschung</li><li>• Lehre</li><li>• Information</li><li>• Dokumentation</li><li>• Verwaltung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Überdehnung der Bindung (häufiges Kopieren)</li><li>• Fingerabdrücke, Handschweiß</li><li>• „Eselsohren“</li><li>• Verschmutzung durch Lebensmittel</li><li>• Mechanische Überbeanspruchung (auch einzelner Kapitel oder Seiten)</li><li>• Diebstahl von Dokumentteilen</li><li>• Zerreißen von miteinander verklebten Dokumenten</li></ul>

**Tab. 4:** Verschleiß von Büchern und Archivalien



Maßnahmen zum Schutz von Büchern und Archivalien durch unsachgemäße Handhabung, Vandalismus und Diebstahl sind die Nutzerregistrierung, Benutzerordnungen sowie ein Scan- und Kopierservice.

Alle Besucherinnen und Besucher eines Archivs oder einer Bibliothek sollten zu Beginn registriert werden (Personalien, Grund des Besuchs) und die Benutzerordnung unterschreiben, mit der sie die Verhaltensregeln anerkennen.

Kopien oder Scans von Archivalien und Büchern sollten nicht durch die Nutzer/innen selbst vorgenommen werden, da sie mit dem sachgemäßen Umgang nicht ausreichend vertraut sind. Diese Aufgabe sollte ausschließlich geschultes Personal übernehmen. Ein entsprechendes Angebot beugt auch Vandalismus und Diebstahl vor. Besonders empfindliche Archivalien und Bücher sollten digitalisiert werden, um eine Nutzung unabhängig vom Original möglich zu machen.

*Christoph Wenzel*



**Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)**



8

klima



# 8 | KLIMA

**Das Raumklima ist für den Schutz des Kulturguts von maßgeblicher Bedeutung. In Abhängigkeit von der Art des Sammlungsguts muss es gewisse Werte (Temperatur und Luftfeuchte) erfüllen und eine gewisse Konstanz aufweisen. Das Raumklima ist jedoch auch im Zusammenhang mit dem Bauwerk und seinen Fähigkeiten und Eigenschaften zu sehen und zu bewerten, damit keine Schäden etwa durch Tauwasseranfall oder Schimmelpilze etc. am Bauwerk entstehen.**

**Es stellen sich somit mehrere Fragen: Welches Raumklima ist im Hinblick auf den Schutz des Sammlungsguts erforderlich? Wie kann dieses Raumklima gewährleistet werden? Und wie lassen sich Schäden am Bauwerk vermeiden?**

**Ohne eine entsprechende technische Gebäudeausrüstung sind die Raumklimaverhältnisse aufgrund der Wechselwirkung mit dem Außenklima immer gewissen unkontrollierten Schwankungen sowohl über den Tag als auch über das Jahr unterworfen. Diese lassen sich nur sehr begrenzt durch bauliche Maßnahmen oder das Nutzerverhalten einschränken. Somit ist zu klären, ob und in welchem Umfang eine entsprechende technische Gebäudeausrüstung im Hinblick auf das gewünschte bzw. baulich notwendige Raumklima notwendig ist.**

## 1. Bauphysikalische Aspekte

### 1.1 Raumklima und Sammlungsgut

Das Raumklima wird im Regelfall durch die Lufttemperatur und die relative Raumluftfeuchte beschrieben. Im Hinblick auf den Schutz von Sammlungsgut ist das Raumklima von wesentlicher Bedeutung, da eine Vielzahl von Materialien (z. B. Holz, Papier, Papyrus, Stahl, Eisen) mit dem Raumklima in Wechselwirkung treten. Bei kapillarporösen Stoffen (z. B. Putze, Mörtel, Mauerwerk, Holz) passt sich die in den Poren enthaltene Luft den Raumklimabedingungen an, wobei es sowohl zur Feuchteanreicherung als auch zur Trocknung kommen kann. Dieser Prozess wird als Sorption bzw. Desorption bezeichnet. In Abhängigkeit von der Materialart kann dies Quell- oder Schwindprozesse des Materials bewirken. Bei Metallen kann ab einer gewissen relativen Luftfeuchte Korrosion entstehen. Maßgeblich hierfür ist nicht die relative Luftfeuchte im Raum, sondern die relative Luftfeuchte an der Oberfläche der Objekte, die wiederum durch die Temperatur der Objektoberfläche beeinflusst wird.

Die AMEV-Richtlinien (Richtlinien des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen, [www.amev-online.de/Erlasse](http://www.amev-online.de/Erlasse)) geben eine Orientierung hinsichtlich möglicher geeigneter Raumklimawerte für unterschiedliche Nutzungen. Neben der Höhe der relativen Luftfeuchte ist die Schwankungsbreite der relativen Raumluftfeuchte über den Tag bzw. über das Jahr maßgeblich. Es gilt somit zum einen zu klären, inwieweit zum Schutz des Kulturguts bestimmte Raumluftkonditionen sicherzustellen sind und zum anderen wie hoch dabei die relative Raumluftfeuchte sein darf bzw. sein muss sowie welche Schwankungsbreite über den Tag sowie über das Jahr zulässig ist. Als Hilfestellung kann hierbei das Buch „Sammlungsgut in Sicherheit“ von Günter S. Hilbert dienen.

## 1.2 Raumklima und Gebäude

Neben der Ermittlung der gewünschten optimalen Raumklimaverhältnisse zum Schutz von Sammlungsgut ist es erforderlich zu klären, welche Raumklimaverhältnisse die Baukonstruktion schadensfrei zulässt, da jedes Gebäude gewisse technische Eigenarten und Fähigkeiten hat. Im Hinblick auf das Raumklima ist zu beachten, dass es je nach wärmeschutztechnischem Standard des Gebäudes zu Schäden kommen kann, wenn die relative Raumluftfeuchte gewisse Grenzwerte überschreitet.

Möchte man ein bestehendes Gebäude klimatisieren, um Sammlungsgut zu schützen, muss zuerst geprüft werden, ob die für die Klimatisierung vorgesehenen Raumklimawerte auch vom Gebäude schadensfrei ertragen werden. Hierzu müssen alle Bauteile, die klimatisierte Räume von nicht beheizten Räumen oder von der Außenluft trennen, im Hinblick auf ihren Wärmeschutz untersucht und bewertet werden. Kritische Bereiche sind hierbei oft Fenster, Fensterläbungen, Nischen im Bereich von Außenwänden sowie Bauteile mit geringem wärmeschutztechnischem Standard. Derartige Untersuchungen können von Bauphysikern oder von Sachverständigen für Bauphysik oder Wärme- und Feuchteschutz vorgenommen werden. Sollte festgestellt werden, dass bei den vorgesehenen Raumklimawerten eine schadensfreie Nutzung nicht möglich ist, muss geprüft werden, welche Maßnahmen zur Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes notwendig und realisierbar sind. Bei Neubauten muss der bauliche Wärmeschutz primär auf die Raumklimaverhältnisse abgestimmt werden. Im Regelfall ist hierbei der raumklimabedingte Wärmeschutz weitreichender als der energie sparende Wärmeschutz.



### 1.3 Tauwasseranfall und Schimmelpilzbildung

Um die mögliche Ursache für Tauwasseranfall und Schimmelpilzbildung beurteilen zu können, ist die Kenntnis einiger bauphysikalischer Zusammenhänge erforderlich. Luft setzt sich aus Sauerstoff, Kohlendioxid und einer Reihe weiterer Gase und Schadgase sowie aus Wasserdampf zusammen. Das heißt, die Luft ist in der Lage, Feuchtigkeit aufzunehmen. Die Menge der aufnehmbaren Feuchtigkeit hängt von der Temperatur der Luft ab. Während kalte Luft nur sehr wenig Wasserdampf aufzunehmen vermag, kann warme Luft größere Wasserdampfmengen binden. Somit nimmt die sogenannte Sättigungsfeuchte der Luft mit der Temperatur zu.

Abbildung 1 verdeutlicht dies. Die Grenzlinie zwischen der weißen und der gelben Fläche gibt den Verlauf dieser sogenannten Sättigungsfeuchte in Abhängigkeit von der Lufttemperatur an. Die Sättigungsfeuchte ist die bei einer bestimmten Temperatur von der Luft maximal aufnehmbare Menge an Feuchtigkeit.

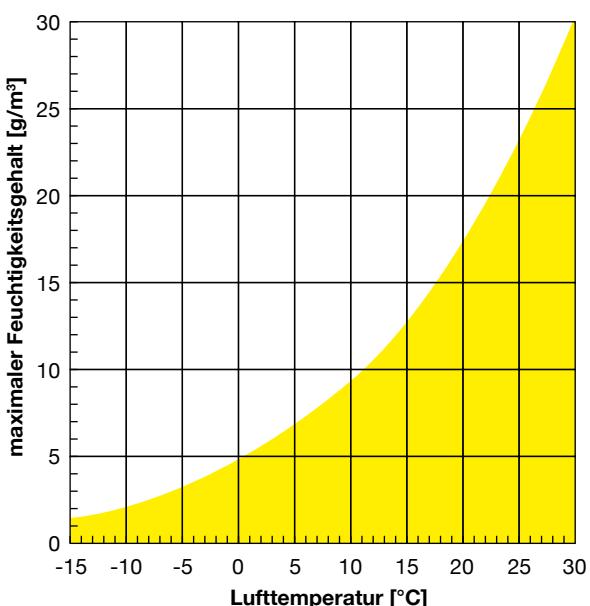


Abb. 1: Sättigungsfeuchte der Luft in Abhängigkeit von der Temperatur

Hinsichtlich der Bewertung von Klimaverhältnissen verwendet man die Begriffe relative Luftfeuchte und absolute Luftfeuchte. Die absolute Luftfeuchte gibt an, wie viel Gramm Wasser pro Kubikmeter Luft ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) in der Luft enthalten sind. Die relative Luftfeuchte gibt an, wie viel Prozent von der Sättigungsfeuchte erreicht sind. Da warme Luft eine größere Sättigungsfeuchte aufweist als kalte Luft, ist warme Luft, bei gleicher relativer Luftfeuchte wie kalte Luft, absolut gesehen feuchter. Das hat zur Folge, dass Außenluft mit einer Temperatur von 0 °C und einer relativen Luftfeuchte von 90 % trotz ihrer sehr hohen relativen Luftfeuchte absolut gesehen trockener ist als Raumluft mit einer Temperatur von 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchte. Somit würde beim Lüften trotz der hohen relativen Luftfeuchte der Außenluft die Raumluft nachhaltig getrocknet werden.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass auch bei niedrigen Außenlufttemperaturen und hohen relativen Außenluftfeuchten eine Trocknung der Raumluft beheizter Räume durch Belüften erreicht wird.

Im Hinblick auf die Möglichkeit von Tauwasserbildung lässt sich aus den vorangehenden Erläuterungen erkennen, dass, sofern man ein Luftvolumen mit einer bestimmten Temperatur und einer bestimmten relativen Luftfeuchte abkühlt, die relative Luftfeuchte stetig ansteigt, während die absolute Luftfeuchte gleich bleibt. Die Temperatur, bei der die relative Luftfeuchte infolge des Abkühlens genau 100 % beträgt, wird Taupunkttemperatur genannt.

Die sich aufgrund des Klimas in Räumen einstellenden Taupunkttemperaturen sind in hohem Maße von der Nutzung abhängig. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Mensch durch seinen Stoffwechsel in Abhängigkeit von seiner Tätigkeit ständig Feuchtigkeit abgibt. Während in Wohnräumen durch Kochen, Waschen, Duschen, Trocknen von Wäsche sowie durch Pflanzen, Haustiere und Aquarien der Raumluft ständig Feuchtigkeit zugeführt wird, geschieht dies in Büros und eben auch in Museen, Archiven und Bibliotheken nicht im selben Umfang. Dort erfolgt während der Heizperiode eine Feuchteabgabe durch Mitarbeiter und Besucher, zum Beispiel auch durch feuchte Kleidung (Mäntel, Schirme, Schuhe). Insbesondere bei winterlichen Temperaturen muss davon ausgegangen werden, dass infolge des natürlichen Luftwechsels über Fugen oder das Öffnen von Türen und Fenstern eine Raumlufttrocknung erfolgt, sofern keine künstliche Raumluftbefeuchtung vorgesehen wird.

Ein einfaches Zahlenbeispiel soll dies belegen:

Entsprechend Abbildung 1 beträgt die Sättigungsfeuchte bei 0 °C  $4,85 \text{ g}/\text{m}^3$ . Das heißt: Weist ein Luftvolumen eine Temperatur von 0 °C und eine relative Luftfeuchte von 100 % auf, dann entspricht die absolute Luftfeuchte der Sättigungsfeuchte und



beträgt  $4,85 \text{ g/m}^3$ . Wird dieses Luftvolumen nun auf  $20^\circ\text{C}$  erwärmt, bleibt die absolute Feuchte gleich. Es ändert sich jedoch die Sättigungsfeuchte, da bei  $20^\circ\text{C}$  die Luft entsprechend den vorangehenden Ausführungen in der Lage ist, mehr Feuchtigkeit aufzunehmen als bei  $0^\circ\text{C}$ . Die Sättigungsfeuchte beträgt bei  $20^\circ\text{C}$   $17,3 \text{ g/m}^3$ . Aus dem Verhältnis der absoluten Feuchte zur Sättigungsfeuchte ergibt sich die relative Luftfeuchte, die in diesem Fall 28 % betragen würde. Dieses Beispiel verdeutlicht die Beziehung zwischen Temperatur und Feuchte.

Ein Gebäude hat gewisse technische Grenzen. Das heißt, die relative Raumluftfeuchte darf bestimmte Werte nicht überschreiten, da es ansonsten zu Schäden kommt. Dies begründet sich dadurch, dass über die Außenbauteile, die sogenannten transmissionswärmeübertragenden Bauteile, ein Wärmestromabfluss auftritt, wodurch die raumseitigen Bauteiloberflächen eine niedrigere Temperatur aufweisen als die Raumluft. Sind die raumseitigen Oberflächentemperaturen gleich der Taupunkttemperatur der Raumluft oder niedriger, so kann es zu Tauwasseranfall kommen. Die raumseitige Oberflächentemperatur wird hierbei durch den wärmeschutztechnischen Standard der jeweiligen Konstruktion bestimmt. Die Tabelle 1 verdeutlicht dies anhand einer Gegenüberstellung unterschiedlicher U-Werte für Außenbauteile und den daraus resultierenden Oberflächentemperaturen ( $\Theta_{oi}$ ), relativen Grenzluftfeuchten ( $\phi_{Gr}$ ) und der bewerteten relativen Grenzluftfeuchte ( $\phi_{Gr;0,8}$ ).

Der als U-Wert bezeichnete Wärmedurchgangskoeffizient gibt an, wie viel Watt an Wärme je Quadratmeter Bauteilfläche und Grad Kelvin Temperaturdifferenz über das Bauteil abfließen können. Das heißt, je geringer der U-Wert ist, desto besser ist der Wärmeschutz des Bauteils. Dies verdeutlichen auch die in der Zeile 2 der Tabelle 1 angegebenen Oberflächentemperaturen. Der Tabelle ist zu entnehmen, dass mit abnehmendem Wärmedurchgangskoeffizienten, d. h. mit besser werdendem Wärmeschutz, die zu erwartenden raumseitigen Oberflächentemperaturen der Bauteile ansteigen. Während bei einem U-Wert von  $1,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  noch bei den betrachteten Randbedingungen mit einer Oberflächentemperatur von nur  $13,6^\circ\text{C}$  zu rechnen ist, ist die zu erwartende Oberflächentemperatur bei einem U-Wert von  $0,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  mit  $18,1^\circ\text{C}$  deutlich höher. Je höher die Oberflächentemperatur ist, desto höher sind auch die zulässigen Nutzungsfeuchten. Hierbei gibt die relative Grenzluftfeuchte den Wert an, ab dem mit Tauwasseranfall auf dem jeweiligen Bauteil zu rechnen ist. Die bewertete relative Grenzluftfeuchte  $\phi_{Gr;0,8}$  gibt dagegen den Wert der relativen Luftfeuchte an, ab dem auf porösen Bauteiloberflächen ein Feuchtepotenzial entstehen kann, das die Ansiedlung von Schimmelpilzen begünstigt.

U	W/(m <sup>2</sup> K)	1,4	1,2	0,8	0,4
$\Theta_{oi}$	°C	13,6	14,5	16,3	18,1
$\phi_{Gr}$	%	66	70	79	88
$\phi_{Gr,0,8}$	%	52	56	63	70

$\Theta_{oi}$ : Oberflächentemperatur bei einer Raumlufttemperatur von 20 °C und einer Außenlufttemperatur von 15 °C bei unbehindertem Wärmeübergang

$\phi_{Gr}$ : relative Grenzluftfeuchte bzw. relative Luftfeuchte, ab der mit Tauwasserauffall auf der raumseitigen Bauteiloberfläche bei einer Raumlufttemperatur von 20 °C und einer Außenlufttemperatur von 15 °C bei unbehindertem Wärmeübergang zu rechnen ist

$\phi_{Gr,0,8}$ : bewertete relative Grenzluftfeuchte: relative Raumluftfeuchte, ab der bei einer Raumlufttemperatur von 20 °C und einer Außenlufttemperatur von 15 °C bei unbehindertem Wärmeübergang auf den Bauteiloberflächen ein Feuchtepotenzial zu erwarten ist, das Schimmelpilzbildung fördert

**Tab. 1:** Oberflächentemperaturen, relative Grenzluftfeuchten und bewertete relative Grenzluftfeuchte in Abhängigkeit vom U-Wert des Außenbauteils (exemplarische Betrachtung)

Die Betrachtungen, die der Tabelle 1 zugrunde liegen, erfolgten für sogenannte ungestörte Bauteilquerschnitte und berücksichtigen keinen behinderten Wärmeübergang. Bei der Bewertung von Bauteilen sind jedoch auch Wärmebrücken zu betrachten. Im Bereich von Wärmebrücken, wie Fensterlaibungen oder Außenwandecken, sind geringere Oberflächentemperaturen, relative Grenzluftfeuchten und bewertete relative Grenzluftfeuchten zu erwarten. Die Gegenüberstellung in Tabelle 1 soll nur die Abhängigkeit der zulässigen Grenzluftfeuchte von dem wärmeschutztechnischen Standard, also vom Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert), verdeutlichen. Die Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) von Bauteilen sowie die Beurteilung von Wärmebrücken kann anhand von Planunterlagen, Bauteilbeprobungen oder Vor-Ort-Messungen erfolgen. Hierzu stehen Bauphysiker, Sachverständige für Bauphysik oder für Wärme- und Feuchteschutz zur Verfügung.

Die raumseitige Oberflächentemperatur wird außer durch den wärmeschutztechnischen Standard auch durch die Wärmeübertragung von der Raumluft zur Bauteiloberfläche beeinflusst. Sofern diese Wärmeübertragung durch Einrichtungsgegenstände (Vitrinen, Regale, Schränke) behindert wird, muss auch mit einem Absinken der raumseitigen Oberflächentemperatur gerechnet werden. Hierdurch kann ebenfalls eine Taupunkttemperaturunterschreitung bewirkt werden, die zu einem Tauwasserauffall führt und auch die Gefahr der Schimmelpilzbildung birgt.



Zur Ansiedlung von Schimmelpilzen ist Tauwasseranfall nicht erforderlich. Hier reichen erhöhte Baustofffeuchten infolge von Sorption bzw. Kapillarkondensation aus, um ein für die Schimmelpilzansiedlung genügendes Feuchtepotenzial zu schaffen. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass eine als Wasseraktivität bezeichnete relative Raumluftfeuchte von AW = 80 % bezogen auf den Sättigungsdampfdruck (Dampfdruck, den ein Luftvolumen mit einer bestimmten Temperatur maximal aufweisen kann) an der Bauteiloberfläche zur Schimmelpilzbildung ausreicht. Der Sättigungsdampfdruck an der Bauteiloberfläche hängt hierbei von der Oberflächentemperatur ab. Im Hinblick auf die Schimmelpilzbildung ist im Weiteren zu berücksichtigen, dass ein kurzzeitiges Überschreiten der Wasseraktivität von AW = 80 % nicht zwangsläufig zu Schäden führt, sondern die Wasseraktivität zur Ansiedlung von Schimmelpilzen über einen längeren Zeitraum überschritten werden muss. Tabelle 1 ist die Beziehung zwischen der relativen Grenzluftfeuchte und der im Hinblick auf die vermeintliche Gefahr der Schimmelpilzbildung bewerteten relativen Grenzluftfeuchte zu entnehmen. Zur Schimmelpilzbildung an Sammlungsobjekten siehe auch Kapitel [Schädlinge/Schimmel](#).

Schimmel kann jedoch nicht nur infolge der Wechselwirkung zwischen Raumklima und Bauteiloberflächentemperaturen auftreten, sondern kann auch durch andere Feuchtequellen verursacht werden. Derartige Feuchtequellen können z. B. infolge eines unzureichenden Witterungsschutzes im Bereich der Fassade, einer nicht mehr funktionstüchtigen Bauwerks- oder Dachabdichtung sowie auch infolge von Leckagen in wasserführenden Rohrleitungen entstehen. (Siehe auch Kapitel [Havarien/Unfälle](#).) Unter Berücksichtigung der vorangehenden Erläuterungen ist festzuhalten, dass sowohl nutzungsbedingte als auch konstruktionsbedingte Ursachen zu Tauwasseranfall und Schimmelpilzbildung auf den raumseitigen Bauteiloberflächen führen können.

**Nutzungsbedingte Ursachen** liegen vor, wenn seitens des Nutzers das Fenster als „natürlicher Indikator“ für das Raumklima nicht wahrgenommen wird. Das Fenster ist im Hinblick auf den Wärmeschutz des Gebäudes im Regelfall das schwächste Element. Somit weisen die raumseitigen Oberflächen der Verglasung im Vergleich zu den übrigen Bauteilen im Regelfall die niedrigste Oberflächentemperatur auf. Ist die Oberflächentemperatur der Verglasung niedriger als die Taupunkttemperatur der Raumluft, so tritt zwangsweise Tauwasseranfall auf den raumseitigen Verglasungsoberflächen auf.

**Konstruktionsbedingte Ursachen** liegen vor, wenn entweder die Verglasung nicht das schwächste Glied im Wärmeschutz des Gebäudes darstellt und somit nicht ihrer Aufgabe als natürlicher Indikator für unzulässige Raumklimaverhältnisse nachkommen kann oder wenn der Wärmeschutz der Verglasung bzw. der Bauteile (einschließlich

Wärmebrücken) sowie die zum Schutz des Sammlungsguts vorgesehenen Raumklimaverhältnisse nicht aufeinander abgestimmt sind. Um diese Gefahr zu vermeiden, ist, wie vorangehend erläutert, eine wärmeschutztechnische Bewertung der einzelnen transmissionswärmeübertragenden Bauteile sowie der vorhandenen Wärmebrücken bei klimatisierten Räumen zwingend notwendig.

## 2. Klimatisierung

Die europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden EU2002/91/EG Artikel 2 definiert eine Klimaanlage als „eine Kombination sämtlicher Bauteile, die für eine Form der Luftbehandlung erforderlich sind, bei der die Temperatur, eventuell gemeinsam mit der Belüftung, der Feuchtigkeit und der Luftreinheit, geregelt wird oder gesenkt werden kann“. Im Sinne dieser Richtlinie und der nationalen Umsetzung im Rahmen der Energieeinsparverordnung EnEV wird eine „Klimaanlage“ wie folgt eingeteilt:

1. Anlagen mit Lüftungsfunktion. Ein Luftfilter ist in allen Lüftungsanlagen enthalten. (Lüftungs- und Klimaanlagen siehe Tabelle 2)
2. Anlagen zur Raumkühlung ohne Lüftungsfunktion (Raumkühlsysteme, Raumklimageräte etc.)

Thermodynamische Funktion					Bezeichnung
Lüftung	Heizung	Kühlung	Befeuchtung	Entfeuchtung	
x	–	–	–	–	Einfache Lüftungsanlage
x	x	–	–	–	Lüftungsanlage mit der Funktion Heizen oder Luftheizung
x	x	–	x	–	Teilklimaanlage mit den Funktionen Lüften, Heizen, Befeuchten
x	x	x	–	(x)	Teilklimaanlage mit den Funktionen Lüften, Heizen, Kühlen
x	x	x	x	(x)	Teilklimaanlage mit den Funktionen, Lüften, Heizen, Kühlen und Befeuchten
x	x	x	x	x	Klimaanlage mit den Funktionen, Lüften, Heizen, Kühlen und Be- und Entfeuchten

Legende:

- von der Anlage nicht beeinflusst
- x von der Anlage geregelt und im Raum sichergestellt
- (x) durch die Anlage beeinflusst, jedoch ohne Garantiewerte im Raum

**Tab. 2:** Anlagentypen und ihre thermodynamische Funktion (Quelle: FGK Statusreport 14)



Mechanische Raumluftbehandlungsanlagen zur Klimatisierung der Räume sind erforderlich, wenn die baulichen Verhältnisse keinen ausreichenden Schutz für das Sammlungsgut bieten oder wenn weitere Umstände hinzukommen, die eine Gefahr für das Sammlungsgut darstellen oder die Behaglichkeit der Besucher und Mitarbeiter unangemessen beeinträchtigen, z. B. Veranstaltungen mit hoher Personenanzahl, zu hohe Anzahl von Besuchern im Verhältnis zum Raumvolumen, hohe Wärmeverluste durch Beleuchtung, Staub- und Schadstoffbelastungen, Schwankungen der Raumtemperatur und Raumluftfeuchte durch Fensterlüftung.

Neubauten und teilweise auch sanierte bzw. modernisierte Bestandsgebäude haben in der Regel eine dichte Außenhülle (durch das Baurecht vorgegeben), hier werden üblicherweise mechanische Raumluftbehandlungsanlagen benötigt, um den notwendigen Außenluftwechsel sicherzustellen. Ferner werden bei der Errichtung von Gebäuden und deren Innenausbau häufig Baustoffe verwendet, die Schadstoffe an die Räume abgeben (z. B. Lösemitteldämpfe, siehe auch Kapitel [Schadstoffe](#)). Diese Belastungen können mittels Luftaustausch und Luftbehandlung durch mechanische Raumluftbehandlungsanlagen beseitigt oder so gemindert werden, dass Schäden an den Sammlungsgütern oder Gesundheitsschäden bei den Mitarbeitern und Besuchern vermieden werden.

Bei der Überlegung, ob eine mechanische Raumluftbehandlungsanlage eingesetzt wird, sollte zunächst ermittelt werden, welche technischen Leistungen und Aufgaben sie erfüllen muss (Filtern, Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten). Gleichzeitig sollte geprüft werden, wie der Leistungs- und Energieaufwand durch bauliche Maßnahmen und energieeffiziente Gebäude- und Anlagenplanung reduziert werden kann.

Bestehende mechanische Raumluftbehandlungsanlagen bedürfen einer fachkompetenten Bedienung, Wartung und Instandhaltung, um die Sollvorgaben und die Qualitätsanforderungen über den Lebenszeitraum der Raumlufttechnik (RLT)-Anlagen zu gewährleisten. Unter der Maßgabe des energieeffizienten Betriebs der RLT-Anlagen, bestand bereits mit der Energieeinsparverordnung und nunmehr mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) die ordnungsrechtliche Vorschrift zur sachgerechten Bedienung und regelmäßigen Wartung und Instandhaltung der energie- bzw. wirkungsgradrelevanten Komponenten durch Fachkundige.

Klimaanlagen mit einer Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt oder einer kombinierten Klima- und Lüftungsanlage mit einer Nennleistung für den Kältebedarf von mehr als 12 Kilowatt müssen gemäß Abschnitt 3 des GEG einer sogenannten „Energetischen Inspektion von Klimaanlagen“ unterzogen werden. Zeitpunkt und Fristen der Inspektion sind im § 76 des GEG festgelegt.

### 3. Maßnahmen

#### 3.1 Maßnahmen betreffend Raumluftfeuchte

Den größten Einfluss auf sensible Sammlungsgüter hat die Raumluftfeuchte. Mit geringem Aufwand kann in Vitrinen ein vom Umgebungsraum weitgehend unabhängiges Kleinklima geschaffen werden. Durch Verwendung von hygroskopischen Stoffen – wie Holz oder Textilien – und/oder durch Einbringen von Salzlösungen, Flüssigkeitsmischungen, Silicagel und anderen Trocknungsmitteln, die selbst keine Stoffe emittieren dürfen, lässt sich z. B. in Vitrinen die relative Luftfeuchte innerhalb bestimmter Grenzen einhalten.

Mit Klimavitrinen lässt sich der Schutz des Sammlungsguts weitgehend unabhängig von den Raumbedingungen organisieren. Häufig veränderte Bedingungen, wie bei Wanderausstellungen, lassen sich hierdurch optimal gestalten.

Befindet sich feuchteempfindliches Kulturgut nicht in Vitrinen, ist eine kontinuierliche Messung und Überwachung der Raumklimaverhältnisse unabdingbar. Das Raumklima sollte in der Nähe der zu schützenden Objekte gemessen werden. Diese Messungen sollten vorzugsweise elektronisch erfolgen und die Messdaten zu einem zentralen Überwachungsmonitor geleitet werden. Messungen mit Thermohygrografen (kombiniertes Registriergerät zum gleichzeitigen Messen und Aufzeichnen der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit) sind dagegen problematisch, da die Überwachung der Thermohygrografen aufwendig ist und zum anderen Messungenauigkeiten auftreten können, sofern die Geräte nicht regelmäßig kalibriert werden. Die Messdaten sollten zur Überwachung bzw., sofern vorhanden, zur Steuerung der Lüftungs- bzw. Klimaanlage herangezogen werden.

Mit mobilen oder örtlichen Befeuchtungsgeräten in Verbindung mit einer Veränderung der Raumlufttemperatur kann die geforderte relative Raumluftfeuchte weitgehend eingehalten werden, wenn die kontrollierte Bedienung der Geräte sichergestellt ist.

Zum Schutz und Erhalt unterschiedlicher Objektarten können unterschiedliche Raumklimaverhältnisse sinnvoll sein. Während beispielsweise Skulpturen aus Stein vergleichsweise unempfindlich gegenüber raumklimatischen Verhältnissen und Schwankungen sind, kann es bei Skulpturen aus eisenhaltigen Metallen sinnvoll sein, die relative Raumluftfeuchte auf unter 55 % zu begrenzen, damit keine Korrosionsprozesse ausgelöst werden. Bei Holz, Leinwand und Papier ist es demgegenüber wichtig, aufgrund des feuchtebedingten Verformungsverhaltens die Schwankung der relativen Raumluftfeuchte auf ein Mindestmaß zu begrenzen.



Unter Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Raumklima und Außenbauteilen und der Gefahr der erhöhten Baustofffeuchten ist es wichtig, dass das Sammlungsgut an Außenwänden nach Möglichkeit hinterlüftet angeordnet wird, d. h. abgerückt von der Wand mit Luftzirkulation im Zwischenraum. So kann es an den dahinterliegenden Außenbauteilen nicht zu Schimmelpilzbildung kommen.

### 3.2 Maßnahmen bei extremer Wärme

Da das Raumklima aufgrund des Luftwechsels in Verbindung mit dem Außenklima steht und zudem bei oberirdischen Bauten im Sommer während großer Hitze auch mit extremen solaren Wärmeeinstrahlungen in Räumen zu rechnen ist, kann es, sofern keine Klimatisierung der Räume erfolgt, zu sehr hohen Raumlufttemperaturen sogar noch deutlich oberhalb der Außenlufttemperaturen kommen.

Wenn es während der Sommermonate in den Räumen zu warm für das Sammlungsgut werden kann, sollte die Umsetzung folgender Maßnahmen geprüft werden:

- **Verschattung:** Verschattungsmaßnahmen sind primär außenseitig sinnvoll. Ist dies nicht möglich, können auch innenliegende Sonnenschutzmaßnahmen hilfreich sein (siehe Kapitel [Licht](#)). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der innenliegende Sonnenschutz gewisse Qualitäten erfüllen muss, um optimal zu wirken.
- **Nachtlüftung:** Eine Nachtlüftung kann bei Gebäuden mit großer Wärmespeicherfähigkeit hilfreich sein, damit sich tagsüber nicht zu hohe Temperaturspitzen entwickeln. Möglichkeiten zu erhöhten Nachtlüftungen müssen unter Berücksichtigung des Einbruchschutzes sowie des Witterungs- und Schädlingschutzes geprüft werden. Hierbei muss auch die Gefahr der Sommerkondensation berücksichtigt werden. Ggf. ist eine Simulationsberechnung im Hinblick auf die Wirksamkeit einzelner möglicher Maßnahmen erforderlich.
- **Kühlaggregate:** Sollten die oben genannten Maßnahmen nicht ausreichen, muss eine Kühlung der Räume in Betracht gezogen werden. Eine Kühlung kann entweder über dezentrale Geräte oder über eine zentrale Einrichtung vorgenommen werden. Dezentrale Geräte sind mobile Geräte, die an beliebigen Orten aufgestellt werden können. Der Einsatz solcher Geräte ist nicht unproblematisch, da diese relativ laut sein können und zudem im Regelfall eine Außenluftanbindung benötigen. Zentrale Einrichtungen lassen sich dagegen nur in zentrale Lüftungsanlagen integrieren.
- **Messtechnische Raumklimaüberwachung** (siehe oben, [Klimatisierung](#))

### 3.3 Maßnahmen bei extremer Kälte

Heizungsanlagen sind in ihrer Bauart in Deutschland im Mittel für eine Außenlufttemperatur von bis zu 14 °C bemessen. Entsprechend kann bis zu einer dauerhaft konstanten Temperatur von 14 °C die der Bemessung der Heizungsanlage zugrunde gelegte Raumlufttemperatur sichergestellt werden. Beim dauerhaften Absinken unterhalb dieser Außenlufttemperatur muss somit auch mit einem Absinken der Raumlufttemperaturen gerechnet werden.

Sofern das Sammlungsgut temperatur- und feuchteempfindlich ist sowie eine hohe Besucherdictheit vorliegt, sollte ein Worst-Case-Szenario erstellt werden, das aufzeigt, ab welchen Außenlufttemperaturen mit einer Absenkung der Raumlufttemperaturen zu rechnen ist, wie sich diese auf die Bauteiloberflächen auswirken kann, welche Konsequenzen das für die zulässige relative Raumluftfeuchte hat und ob sich hieraus Konsequenzen für die zulässige Besucheranzahl je Tag ergeben. Solche Untersuchungen und Bewertungen können von Bauphysikern oder öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen für Bauphysik oder Wärme- und Feuchteschutz vorgenommen werden.

*Axel Rahn und Markus Wolfsdorf*



Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)



# 9

licht



# 9 | LICHT

**Ohne Licht sind Raumeindruck und Kunstgenuss nicht möglich.**

**Lichtfarben, Lichtverteilung, Design sowie Anordnung der Leuchten und Lichtträger schaffen unterschiedliche Lichtsituationen – Lichträume, die den jeweiligen ausstellungstechnischen Bedürfnissen Rechnung tragen.**

**Hierbei verlangt der konservatorische Aspekt besondere Aufmerksamkeit: Lichtschutz spielt in allen Ausstellungsräumen eine wichtige Rolle. Tageslicht und künstliches Licht enthalten Strahlungsanteile, die Ausstellungsobjekte bei Dauerbeleuchtung ausbleichen, austrocknen, verfärbten oder verformen können. Davor schützen konservatorische Maßnahmen, jedoch nur, wenn sie strikt angewendet werden.**

Ausbleichen, vergilben, nachdunkeln, verfärbten, verspröden, verformen, verwölben, splittern, reißen, aufquellen, austrocknen, schrumpfen, sich auflösen – diese Aufzählung klingt nach äußerst destruktiven Einflüssen. Tatsächlich droht den Exponaten, die unter Tageslicht oder künstlichem Licht ausgestellt werden, oft mehr als nur eine dieser Gefahren. Im Folgenden werden – nach einer kurzen Erläuterung zur optischen Strahlung – die Gefahren durch fotochemische Veränderungen bzw. thermodynamische Prozesse erläutert und die möglichen Schutzmaßnahmen vorgestellt.

## 1. Optische Strahlung

Ein nicht zu unterschätzendes Gefahrenpotenzial entsteht, wenn Materialien die optische Strahlung – das sind kurzwellige ultraviolette (UV) Strahlung (100 bis 380 nm = Nanometer), Licht (sichtbare Strahlung) mit 380 bis 780 nm Wellenlänge und langwellige infrarote (IR) Strahlung (780 nm bis 1 mm) – nicht vertragen. Optische Strahlung löst fotochemische oder thermodynamische (physikalische) Prozesse aus. Tageslicht mit seinem hohen UV-Anteil und der Wärmestrahlung der Sonne birgt daher erhebliche Risiken.

Lichttechniker und andere Wissenschaftler haben diese Phänomene untersucht (siehe Literatur im [Wissenspool](#)). Das Resultat ist neben Erfahrungswerten und daraus abgeleiteten Tipps für konservatorische Maßnahmen des Lichtschutzes ein umfangreiches Formelwerk, das die Schadenswirkung zwar berechenbar, für den Nicht-Lichttechniker aber nicht verständlicher macht. Auf Formeln, mathematische Zusammenhänge und Berechnungen soll deshalb an dieser Stelle verzichtet werden.

Wichtig zu wissen:

1. Nicht die auf das Objekt auftreffende, sondern die absorbierte Strahlung ist maßgeblich für eine Schädigung. Fotochemische Veränderungen verlaufen langsam. Dabei sind Lichtschäden kumulativ (sie „häufen sich an“), das heißt, kein Material vergisst eine Bestrahlung, ihre Stärke und Dauer.
2. UV-Strahlung und kurzwelliges Licht wirken in der Regel schädiger als langwelliges Licht und infrarote Strahlung. Das heißt, auch Strahlung im sichtbaren Bereich – also Licht – kann Schaden anrichten.

## 2. Fotochemische Veränderungen

Vor allem organische Materialien sind anfällig für fotochemische Veränderungen. Anorganische Materialien sind viel seltener betroffen. In Museen, Archiven und Bibliotheken werden vor allem Farbveränderungen gefürchtet, also das Ausbleichen, Vergilben, Nachdunkeln von Farbpigmenten, Bindemitteln, Schlussüberzügen in der Aquarell- und Ölmalerei, bei Papier, Textilien und Holz. Materialien werden im Hinblick auf ihre Empfindlichkeit gegenüber fotochemischer Schädigung kategorisiert:

Kategorie	Beschreibung
1. Unempfindlich	Das Objekt besteht aus festen Materialien, die lichtunempfindlich sind. Beispiele: Die meisten Metalle, Mineralien und Gläser, Stein, echte Keramik, Emaille
2. Geringe Empfindlichkeit	Das Objekt besteht u. a. aus dauerhaften Materialien, die etwas lichtempfindlich sind. Beispiele: Öl- und Tempera-Gemälde, Fresken, ungefärbtes Leder und Holz, Horn, Knochen, Elfenbein, Lack, verschiedene Kunststoffe
3. Mittlere Empfindlichkeit	Das Objekt besteht u. a. aus weniger dauerhaften Materialien, die lichtempfindlich sind. Beispiele: Kostüme, Aquarelle, Pastelle, Wandteppiche, Drucke und Zeichnungen, Manuskripte, Tempera-malerei, Tapeten, Gouachen, gefärbtes Leder und viele Objekte aus natürlichen Materialien wie botanische Proben, Felle und Federn
4. Hohe Empfindlichkeit	Das Objekt besteht aus sehr lichtempfindlichen Materialien. Beispiele: Seide, Zeitungen, bekanntermaßen wenig dauerhafte Farbstoffe

**Tab. 1:** Materialkategorien gemäß CIE Publikation 157 (Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation, Technical Report, CIE 157:2004)



Die folgenden Abbildungen zeigen exemplarisch den Einfluss fotochemischer Veränderungen bei Textilien.



**Abb. 1:** Kissen vor der Bestrahlung



**Abb. 2:** Kissen nach der Bestrahlung, Fotos:  
Paul Schmits und Sirri Aydinli

Die wichtigsten Parameter, die zu fotochemischen Prozessen beitragen, sind:

1. **Bestrahlungsstärke** am Objekt.
2. **Bestrahlungsdauer:** Zeit, in der ein Objekt der Bestrahlung ausgesetzt ist.  
Je höher die Bestrahlungsstärke ist und je länger die Bestrahlung andauert, umso höher ist das Gefahrenpotenzial.
3. **Spektrale Strahlungsverteilung der Lichtquelle (Tageslicht oder Lampen):** Zu jeder Wellenlänge des Lichts gehört eine bestimmte Spektralfarbe. Weißes Licht setzt sich aus einer Vielzahl von Spektralfarben unterschiedlicher Intensität zusammen. Diese spektrale Strahlungsverteilung ist charakteristisch für den jeweiligen Lampentyp oder das Tageslicht. So dominieren bei Glühlampen die langwelligen roten Spektralfarben und bei Tageslicht die kurzwelligen blauen.
4. **Relative spektrale Objektempfindlichkeit:** Sie kennzeichnet die Abhängigkeit der Lichtempfindlichkeit eines Objekts von den Wellenlängen der Bezugssstrahlung. Das höchste Schädigungspotenzial geht zwar von der UV-Strahlung (< 380 nm) aus, aber auch im Lichtbereich, insbesondere im blauen, ist die Objektempfindlichkeit nicht zu vernachlässigen.

## 5. **Wirksame Schwellenbestrahlung:** Maß für die absolute Objektempfindlichkeit.

Bei der ersten Bestrahlung beginnt die Veränderung lichtempfindlichen Materials – zunächst unsichtbar, später sichtbar. Die zahlenmäßige Bestimmung dieser Schwelle der beginnenden Sichtbarkeit ist der Maßstab zur Bewertung der Lichtempfindlichkeit. Die Schwellenbestrahlungsdauer (also die Zeit bis zum Erreichen der Schwelle) wird für einzelne Materialarten unter Tageslicht oder dem Licht verschiedener Lampen ausgewiesen.

Die **wirksame Bestrahlung** wird mathematisch ermittelt aus den Werten für die optische Strahlung (spektrale Verteilung), für die Bestrahlung und für die relative Objektempfindlichkeit.

Außerdem spielen folgende Eigenschaften und Bedingungen bei fotochemischen Prozessen eine Rolle:

- Spektrale Absorptionseigenschaften des Materials und seine spezifische Disposition für Sekundärreaktionen: Die Strahlung ist fotochemisch nur dann wirksam, wenn sie durch das Material absorbiert wird. Zum Beispiel wird die grüne Farbe, die sich aus der Mischung der blauen und gelben Pigmente ergibt, nach der fotochemischen Wirkung der Strahlung immer mehr zu einer blauen Farbe übergehen, weil blaue Pigmente energiereichere kurzwellige Strahlung (blau) weniger absorbieren als gelbe Pigmente. Die blauen Pigmente werden somit weniger geschädigt und dominieren in diesem Fall nach der Schädigung die resultierende Farbe.
- Umgebungs- und Objekttemperatur
- Feuchtigkeit im Objekt und in seiner Umgebung
- Schadstoffe oder Staub, die sich auf dem Objekt abgelagert haben
- Eigenschaften der verwendeten Farbstoffe und Pigmente

### 2.1 Schädigungspotenzial

Die schädigende Bestrahlungsstärke und die Beleuchtungsstärke am Exponat stehen in einem festen Verhältnis zueinander. Dieses Verhältnis ergibt das Schädigungspotenzial. Es ist die entscheidende Größe zur Beschreibung des Schädigungsvermögens, das von einer Beleuchtungssituation mit bestimmten Lichtquellen und Filtern auf bestimmte Ausstellungsobjekte und Materialien ausgeht.



Das relative Schädigungspotenzial des Tageslichts und der in Tabelle 2 aufgeführten Lampen bezieht sich auf die Schädigungswirkung der CIE Normlichtart A (Bezugswert: 100 Prozent). Quelle: DIN CEN/TS 16163:2014-07.

Die CIE Normlichtart A entspricht mit ihrer Farbtemperatur von 2856 K den meisten allgemein gebräuchlichen Glühlampen.

Lichtquelle	Kantenfilter				Fensterglas	
	ohne	Filterkante bei (nm)			einfach	doppelt
Tageslicht	280	185	160	125	240	230
Normlichtart A (Allgebrauchsglühlampe)	100	90	85	80	95	90
Halogen-Metallampenflampe	265	210	175	130	250	250
Leuchtstofflampe neutralweiß	120	110	105	90	115	115
Leuchtstofflampe warmweiß	105	90	85	75	100	100
LED 3000K warmweiß	75	75	75	75	75	75
LED 4000K neutralweiß	95	95	95	90	95	95
LED 5000K kaltweiß	105	105	105	105	105	105

**Tab. 2:** Typische Werte des relativen Schädigungspotenzials von Lichtquellen mit und ohne Filter. Bei Wellenlängen, die kürzer sind als die angegebene Grenzwellenlänge, lassen die Kantenfilter keine Strahlung durch. Das Licht mit höheren Wellenlängen soll möglichst ungehindert durchgelassen werden, um die Farbwiedergabe nicht zu beeinträchtigen. Die angegebenen Werte des relativen Schädigungspotenzials sind für Kantenfilter angegeben, bei denen in nächster Nähe zu der angegebenen Grenzwellenlänge die Filterdurchlässigkeit (Transmission) von 0 % auf den maximalen Wert (ca. 85 %) ansteigt. Kantenfilter lassen sich z. B. durch hochwertige optische Gläser oder durch Beschichtung als „dichroitische Filter“ realisieren.

Ein Objekt, das zum Beispiel 1.000 Stunden lang bei 200 Lux Beleuchtungsstärke dem Licht einer Halogen-Metallampenflampe mit einem Kantenfilter bei 380 nm (einfacher UV-Schutz) ausgesetzt ist, erfährt mit 175 Prozent eine fast doppelt so starke Schädigung wie durch eine ungefilterte Niedervolt-Halogenlampe.

Das bedeutet im Umkehrschluss: Für denselben Grad der Schädigung kann das Objekt mit dem ungefilterten Licht einer Niedervolt-Halogenlampe fast doppelt so lange oder fast doppelt so stark beleuchtet werden wie mit dem gefilterten Licht der Halogen-Metallampenflampe.

## 2.2 Vorbelichtung

Untersuchungen belegen, dass für die Auswahl der Beleuchtung eines Exponats auch dessen Vorbelichtung eine Rolle spielen kann: So schaden bereits kleine Dosen einer wirksamen Bestrahlung noch niemals ausgestellten, nicht vorbelichteten Objekten, während älteres, vorbelichtetes und schon verändertes Material für denselben Schaden mit viel höheren Dosen bestrahlt werden müsste.

Viele molekulare Abbauprozesse verlangsamen sich stetig, kommen schließlich gar zum Stillstand. In diesen Fällen ist es möglich, die Lichtschutzmaßnahmen auf die Zeit der Vorbelichtung abzustimmen und zu verringern. Die Vorbelichtung lässt sich am besten ermitteln, wenn alle Zeiten (und Arten) der Bestrahlung dokumentiert sind. Um die Vorbelichtung mit Vergleichsmessungen feststellen zu können, müssen am Objekt unbelichtete Partien vorhanden sein.

## 2.3 Schutzmaßnahmen gegen fotochemische Veränderungen

Wenn fotochemische Prozesse erst gar nicht oder zumindest vermindert in Gang gesetzt werden sollen, bedeutet Lichtschutz die Verringerung der wirksamen Bestrahlung. Vor allem sollte die besonders schädliche kurzwellige, insbesondere die UV-Strahlung verringert oder gänzlich ausgeschlossen werden.

Dafür gibt es mehrere wirksame Maßnahmen:

1. Wahl der geeigneten Lichtquelle: Sehr empfindliches Material sollte mit Licht beleuchtet werden, das wenig Schädigungspotenzial hat (siehe Tabelle 2).
2. Ausfiltern der schädigenden Strahlung: Sollen andere Lampen eingesetzt oder Strahlung völlig ausgeschlossen werden, kann die kurzwellige Strahlung herausgefiltert werden. Halogenlampen für Netzspannung und Niedervolt gibt es zwar mit integriertem UV-Stop, doch genügt dieser nicht den konservatorischen Anforderungen. Mittel der Wahl sind spezielle Filter. Glasfilter, Absorptionsfilter, dichroitische Filter, Kunststoffgläser oder -folien – die Auswahl ist groß, für jede Anwendung stehen geeignete Filter zur Verfügung. Mit ihnen kann die kurzwellige Strahlung bis 380 nm ausgefiltert werden. Eliminiert der Filter außerdem das kurzwellige blaue Licht bis zur Grenzwellenlänge 420 nm, so kann der Schutz vor fotochemischer Veränderung verbessert werden, ohne dass sich die Farbwiedergabe merkbar verschlechtert. Beim Ausfiltern weiterer Wellenlängen > 420 nm kann dies nicht mehr sichergestellt werden. Alternativen zu Filtern am Lichtaustritt (Lampe) sind Vitrinenglas oder Bildverglasungen, die die UV-Strahlung herausfiltern. LED-Lampen benötigen keinen besonderen UV-Schutzfilter, da die Strahlung



dieser Lampen i.d.R. keine UV-Strahlung aufweist. Sie haben daher nur ein geringes Schädigungspotenzial. Allerdings ist der kurzwellige blaue Strahlungsanteil besonders zu beachten: Je größer dieser Strahlungsanteil ist, desto höher sind die Farbtemperatur und das Schädigungspotenzial (siehe Tabelle 2).

### 3. Begrenzung der Belichtung

Für die maximalen jährlichen Belichtungsdosen in Abhängigkeit von der Objekt-empfindlichkeit siehe Tabelle 3. Ausgehend von 300 Öffnungstagen im Jahr und 10 Präsentationsstunden pro Tag ergeben sich hieraus maximale Beleuchtungsstärken auf den Objekten. Da die Bestrahlung, d. h. das Produkt aus Bestrahlungsstärke und Bestrahlungsdauer, die Höhe der Schädigung bestimmt, kann bei kürzeren jährlichen Präsentationszeiten die Beleuchtungsstärke entsprechend erhöht werden. Bei einer Beleuchtungsstärke < 50 Lux (lx) können weder die Farbe noch Details eines Objekts zufriedenstellend wahrgenommen werden. Daher wird für sehr empfindliche Objekte eine Reduzierung der Belichtungszeit auf 300 Stunden pro Jahr (h/a) anstelle einer Absenkung der Beleuchtungsstärke unter 50 lx empfohlen. Exponate und Ausstellungsräume sollten möglichst nur für kurze Zeit beleuchtet werden. Außerhalb der Öffnungszeiten ist Dunkelheit das Beste; für die Reinigung (Putzlicht) oder für Aufbau-/Abbau- und Reparaturarbeiten ist eine separate, nicht schädigende Beleuchtung empfehlenswert, zumindest sollte die reine Präsentationsbeleuchtung dafür ausgeschaltet bleiben und die Allgemeinbeleuchtung gegebenenfalls gedimmt werden. In vielen Fällen sind Anwesenheitssensoren ein geeignetes Mittel, um die Bestrahlung während der Öffnungszeiten zu begrenzen. Angepasstes Dimmen gestaltet den Hell-Dunkel-Übergang visuell angenehm. Das Ausschalten sollte mit einer gewissen Zeitverzögerung programmiert werden.

Materialkategorie	Grenzwert der Beleuchtungsstärke in lx	Jährliche Präsentationszeit in h/a	Grenzwert der Belichtung pro Jahr in lx h/a
1. Unempfindlich	Unbegrenzt	Unbegrenzt	Unbegrenzt
2. Geringe Empfindlichkeit	200	3.000	600.000
3. Mittlere Empfindlichkeit	50	3.000	150.000
4. Hohe Empfindlichkeit	50	300	15.000

**Tab. 3:** Grenzwerte der jährlichen Belichtung (in lx h/a) und Beleuchtungsstärke (in lx) (entnommen aus der CIE Publikation 157, siehe Tabelle 1)

#### 4. Schutz vor Tageslicht

Im Rahmen des Lichtschutzes ist auch das Tageslicht in seiner Beleuchtungsstärke zu begrenzen. Für entsprechend empfindliche Exponate müssen auch die UV-Strahlung und das kurzwellige Licht ausgesiebt werden. Zu diesen Schutzmaßnahmen dienen Tageslichtsysteme wie z. B. Vorhänge, Lamellen und UV-Schutzfolien. Sie werden in der Regel als Kombination eingesetzt. Die Tageslichtsysteme verhindern den direkten Sonnenlichteinfall und vermindern das Beleuchtungsniveau, während die Folien die UV-Strahlung ausfiltern und gleichzeitig das Beleuchtungsniveau zusätzlich herabsetzen.

### 3. Thermodynamische Prozesse

Von thermodynamischen Prozessen sind nahezu ausschließlich organische Materialien betroffen: Holz, Textilfasern, Pergament, Leder und andere. Die Wärmebelastung des Ausstellungsobjekts entsteht durch Absorption von Licht und infraroter Strahlung. Die Erwärmung führt überwiegend zu Trocknungsprozessen. Beim Austrocknen verringern sich Zugfestigkeit, Elastizität und Volumen, unter der entstandenen mechanischen Spannung verformt sich zunächst die Oberfläche, häufig danach auch das gesamte Objekt. Tabelle 4 zeigt die Faktoren, die die thermische Belastung eines Exponats beeinflussen.

Abhängigkeit der thermischen Belastung	Beschreibung
Bestrahlung oder Dosis	Dies ist die gesamte über die Zeit einwirkende optische Strahlung. Um die Bestrahlung zu beeinflussen, kann sowohl die Dauer als auch die Bestrahlungsstärke verändert werden.
Bestrahlungsstärke	Diese ist das Maß der Stärke der optischen Strahlung. Diese kann sowohl durch den Abstand zwischen Strahlungsquelle und Exponat wie auch durch die direkte Veränderung der Bestrahlungsstärke beeinflusst werden.
Absorptionsgrad der Oberfläche	Dies gilt insbesondere im Bereich langwelliger Strahlung. Dunkle Oberflächen absorbieren mehr Wärme als weiße oder metallisch glänzende Oberflächen.
Temperaturleitzahl des Materials	Dies ist die Geschwindigkeit, mit der sich die Temperaturänderung von der Oberfläche in das Innere fortpflanzt. Bei gut isolierenden Materialien wie Holz oder Papier kommt es zu einer stärkeren Temperaturerhöhung an der Oberfläche.
Materialdicke bzw. Verhältnis von Oberfläche zu Volumen	Bei kleiner Oberfläche wird weniger Wärme durch Konvektion abgeleitet und daher steigt die Temperatur stärker.

**Tab. 4:** Faktoren, die die thermische Belastung eines Exponats beeinflussen



Die physikalischen Veränderungen durch Wärmestrahlung sind gravierender bei gleichzeitig ablaufenden fotochemischen Prozessen, die von der Wärme beschleunigt werden und in Wechselwirkung zu den thermodynamischen Prozessen treten. Auch wenn Temperatur und Feuchtigkeit wechseln, zum Beispiel durch das Ein- und Ausschalten von Lichtquellen, beschleunigt sich die physikalische Veränderung.

Anders als die molekulare Veränderung bei fotochemischen Prozessen, die zum Stillstand kommen kann, wirkt die thermische Belastung durch Bestrahlung immer schädigend. Die thermodynamische Wirkung der Strahlung am Objekt wird durch seine thermische Empfindlichkeit und Bestrahlungsstärke am Objekt bestimmt.

Dabei ist vor allem die absorbierte Strahlung maßgebend. Für die thermische Belastung des Ausstellungsraums durch künstliche Beleuchtung ist das Produkt aus der Lichtausbeute der Lampen und dem Beleuchtungswirkungsgrad der Beleuchtungsanlage entscheidend.

### 3.1 Schutzmaßnahmen gegen thermodynamische Prozesse

Die Schutzmaßnahmen gegen Wärmebelastung sind größtenteils mit denen gegen fotochemische Prozesse identisch (s. o.). Wirksame Maßnahmen sind:

- Wahl der geeigneten Lichtquelle: Für wärmeempfindliche Materialien eignen sich nur Lampen, deren Licht wenig infrarote Strahlung enthält. Bei Verwendung von Niedervolt-Halogenlampen sind Kaltlichtspiegel-Lampen die richtige Wahl. Keine infrarote Strahlung ist im Lichtbündel von faseroptischen Beleuchtungssystemen und Leuchtdioden (LEDs) enthalten.
- Ausfiltern der schädigenden Strahlung mit Infrarot-Filters
- Begrenzung der Belichtung
- Ableitung der Wärme: Auch bei Lampen, deren Lichtstrom wenig Wärme enthält, kann sich die Leuchte und ihre unmittelbare Umgebung erwärmen. Das ist zum Beispiel in Vitrinen relevant. Damit diese sekundäre infrarote Strahlung keine Schäden anrichtet, muss sie abgeleitet werden. Die Luftzirkulation kann gegebenenfalls mit Ventilatoren erhöht werden.

- Schutz vor Tageslicht

Die infrarote Strahlung des Tageslichts ist genauso schädlich wie die von Lampen. Direktes Sonnenlicht muss daher immer „ausgesperrt“ werden.

*Sirri Aydinli und Paul Schmits*



**Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:**  
**[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)**



# 10

## schädlinge schimmel



# 10 | SCHÄDLINGE SCHIMMEL

In Museen, Archiven und Bibliotheken sind es vorwiegend Objekte aus organischen Substanzen, die von Insekten und Nagern sowie Pilzen und anderen Mikroorganismen angegriffen und zerstört werden.

Im Kreislauf der Natur werden organische Materialien und Werkstoffe durch abiotische (ohne Beteiligung von Lebewesen) und biotische (mit Beteiligung von Lebewesen) Vorgänge besonders rasch irreversibel verändert, abgebaut und umgewandelt. Kulturgut aus diesen Werkstoffen ist davon nicht ausgenommen. Museale Objekte werden am stärksten auf biotischem Wege angegriffen. Die Schädigung beginnt aufgrund der oftmals versteckten Lebensweise der Schädlinge und von Schimmelsporen meist unmerklich und langsam. Beim Vorhandensein geeigneter Lebensbedingungen ist jedoch eine schnelle Ausbreitung und enorme Schadwirkung möglich.

Daher sind ein permanentes Monitoring und eine visuelle Kontrolle durch sammlungsverantwortliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unerlässlich. Auf diese Weise können Befallsherde frühzeitig erkannt und gezielt Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Dazu müssen sich Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Museen, Archiven, Bibliotheken und anderen Kulturgut bewahrenden Einrichtungen Grundkenntnisse der Biologie von Schimmel und relevanter Schädlinge sowie geeigneter Vorsorge- und Bekämpfungsmaßnahmen auf Basis des aktuellen Stands von Wissenschaft und Forschung aneignen.

Erst die genaue Identifizierung eines Schaderregers ermöglicht effiziente und nachhaltige Abwehr-, Schutz- und Bekämpfungsmaßnahmen. Das exakte Nachvollziehen eines Befallhergangs kann helfen, Ursachen zu erkennen und präventive Maßnahmen zu verbessern.

**Im Gegensatz zu einer konventionellen Schädlings- und Schimmelbekämpfung, die unter Einsatz chemischer Bekämpfungsmittel meist nur kurzzeitig interveniert, kann ein integriertes Schädlingsmanagement (IPM, integrated pest management) durch die umfassende Analyse von Ursache-Wirkung-Beziehungen nachhaltig wirken. Dabei kommen überwiegend physikalische und biologische Verfahren zur Anwendung. Pestizide treten dabei fast vollständig in den Hintergrund und bleiben nur noch für besondere Notfälle ein Mittel der Wahl. Einen Überblick über IPM bietet die Norm EN 16790:2016.**

## **1. Gefährdete Materialien**

### **1.1 Holz**

Holz ist ein natürlicher Verbundwerkstoff. Die in seinen Zellen enthaltenen chemischen Hauptbestandteile sind Polysaccharide (ca. 70 %) und Lignin (ca. 25 %). Innerhalb der Polysaccharide stellt die Cellulose mit etwa 50 % den größten Anteil. Schaderreger bauen meist einzelne Komponenten des Holzes bevorzugt ab. So haben sich bestimmte Insektenarten auf die in vielen Hölzern in nur geringer Menge vorhandenen Substanzen wie etwa die Proteine oder auf Stärke spezialisiert. Diese Stoffe sind durch solche Insekten leichter anzugreifen und zu verwerten als die gitterartig aufgebaute Cellulose oder das fraßhemmende, Phenolgruppen enthaltende Lignin. Die Proteine altern aber auch schneller bzw. können schneller umgewandelt werden, mit der Folge, dass die betreffenden Hölzer von diesen Insekten weniger oder überhaupt nicht angegriffen werden. Darauf basieren umweltfreundliche Bekämpfungsmethoden. Pilze können sowohl die Hauptkomponenten des Holzes abbauen (Braun-, Weiß- und Moderfäulepilze) als sich auch von seinen Nebenbestandteilen ernähren (Schimmelpilze und holzverfärbende Pilze). Ein biologischer Angriff durch Insekten, Pilze und Bakterien wird stark von der Holzfeuchte beeinflusst.

### **1.2 Papier**

Papier besteht vorwiegend aus Zellstoff (Cellulose). Der Gehalt an weiteren Bestandteilen (Lignin, Hemicellulosen, Pektine, Wachse, Tannine, Proteine, Mineralstoffe) hängt von dem bei der Herstellung verwendeten Ausgangsmaterial ab. Der Zellstoff, den man durch verschiedene Aufschlussverfahren aus Holz gewinnt, wird mit Wasser zu einem Brei verrührt, geformt und getrocknet. Hochwertige Papiere entstehen durch Zusätze von Barium- und Kalziumsulfat sowie Kaolin und Harzseifen (Kolophonium). Papiersorten von geringer Qualität enthalten bis zu 90 % Holzschliff, dessen hoher Ligningehalt im Laufe der Zeit ein Vergilben des Papiers bewirkt.

Je mehr Verunreinigungen das Papier aufweist, desto anfälliger ist es gegenüber einem Befall durch Organismen. Außerdem bieten organische Papierhilfsstoffe, wie tierische



und pflanzliche Leime, eine gute Nahrungsgrundlage für Schadorganismen. Da Papier dazu neigt, Feuchtigkeit schnell aufzunehmen, ist es für Schädlingsbefall besonders anfällig, wie an durch Schimmelpilze hervorgerufenen Stockflecken zu erkennen.

### 1.3 Textilien

Die zur Herstellung von Textilien verwendeten Naturfasern sind pflanzlicher, tierischer oder mineralischer Herkunft (synthetische Chemiefasern aus organischen Polymeren oder anorganischen Stoffen). Zu den Pflanzenfasern gehören Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute und Sisal. Die Resistenz dieser Fasern gegenüber einem biologischen Angriff wird von ihrem Cellulosegehalt, der Länge der Celluloseketten und ihrer kristallinen Struktur bestimmt. Anteile von Lignin und Wachsen erhöhen die Biostabilität in der Reihenfolge Jute, Hanf, Baumwolle und Flachs.

Die Tierfasern gliedern sich in Wolle, feine und grobe Tierhaare sowie Seide. Da sie aus Proteinen bestehen, können sie Organismen, die sich von organischen Stoffen anderer Lebewesen ernähren (heterotrophe Organismen), als Nahrungsquelle dienen, indem sie die Proteine mithilfe spezieller Enzyme abbauen.

Unter Wolle wird im allgemeinen Schafwolle verstanden; diese besteht hauptsächlich aus Keratinen (Gerüst- bzw. Skleroproteinen). Zu den feineren Tierhaaren zählen unter anderem Angora, Kamel und Mohair. Grobe Tierhaare sind Ross- und Ziegenhaar. Seide ist eine proteinhaltige Faser, welche von der Seidenraupe in einem Kokon gebildet wird. Die Seidenfaser besteht aus 70 bis 80 % Seidenfibrin, einem hochkristallinen Skleroprotein und 19 bis 28 % Sericin, einem wasserlöslichen Protein. Wird Letzteres entfernt, so erhöht sich die biologische Resistenz der Seide. Textilien aus Proteinfasern sind besonders gefährdet, wenn sie stark verschmutzt und einem feuchtwarmen Klima ausgesetzt sind. Grundsätzlich gilt: Je dichter gewebt, desto geringer die Anfälligkeit.

Bei Naturfasern kann man die Bioresistenz durch eine Appretur (Gewebeveredelung) erhöhen. Chemiefasern sind zwar weit weniger anfällig gegenüber Schädlingen, aber auch sie können durch Insekten und Mikroorganismen angegriffen werden.

### 1.4 Pergament, Leder und sonstige tierische Materialien

Pergament besteht aus Kollagenen und Keratinen (Skleroprotein) sowie aus Albuminen und Globulinen (Kugel- bzw. Sphäroproteinen). Es wird aus ungegerbten, geschabten und geölten Esels-, Schweins- und Kalbshäuten gewonnen. Die Stabilität des Kollagens im Pergament hängt von der Temperatur und Feuchtigkeit, dem pH-Wert und der Belastung durch UV-Strahlen ab. Wird Pergament bei einer Temperatur über 22 °C und einer Luftfeuchte von 65 % aufbewahrt, kann das Kollagen enzymatisch abgebaut werden.

Leder besteht ebenfalls aus Kollagenen und wird aus Tierhäuten durch Gerbung und weitere Zurichtungen hergestellt. Es hat eine fasrig-poröse, luftdurchlässige Struktur, wodurch es 28 % seiner Masse an Wasserdampf absorbieren und reversibel abgeben kann. Durch sein Wasserspeicherungsvermögen ist es sehr anfällig für einen Befall durch Schimmelpilze.

Die in Pergament und Leder, aber auch in Häuten, Fellen und Federn vorhandenen Proteine dienen einer Reihe von Insektenarten, z. B. Speckkäfern und Schaben, als Nahrungsquelle. Ausgestopfte Tiere ebenso wie Mumien werden bei ungünstigen klimatischen Bedingungen schnell von Schimmelpilzen und Bakterien befallen, wobei sich für den Menschen gefährliche Allergene und Toxine bilden können.

Leime, die aus Häuten, Knochen, Leder- und Pergamentabfällen sowie Schwimmblasen von Fischen gewonnen werden, schimmeln ebenfalls leicht und werden von zahlreichen Insektenarten angegriffen. Durch ein Denaturieren (Ungenießbarmachen) der Proteine oder die Zugabe von Bioziden kann ein Angriff durch Schaderreger stark reduziert werden. Aus pflanzlichem Material hergestellte Objekte sowie Herbarien werden wegen ihres Gehalts an Kohlenhydraten vor allem durch Insekten (z. B. Brotkäfer, Tabakkäfer, Silberfischchen und Papierfischchen) zerstört.

## 1.5 Kunststoffe

Die Resistenz von Kunststoffen gegen biologische Angriffe (durch Organismen aller Art, z. B. Mikroorganismen wie Bakterien) ist abhängig von der chemischen Zusammensetzung, dem Aufbau und der Gestalt der Makromoleküle (kettenförmig, verzweigt, vernetzt) sowie von ihrer Größe und Ordnung (völlige Unordnung, gerichtete Lagerung, teilkristalline Struktur). Eine Rolle spielen auch die Härte und Oberflächenbeschaffenheit (glatt, rau, porig), die enthaltenen Zusätze (Additiva) und die Verunreinigungen. Ursprünglich biostabile Kunststoffe können durch Photooxidation mit der Zeit ihre Beständigkeit einbüßen, weil sich dabei die Kettenlänge verringert. Unter Verwendung von Naturstoffen hergestellte Kunststoffe zeigen generell eine größere Instabilität im Vergleich zu vollsynthetischen Materialien.

## 2. Schaderreger

### 2.1 Tierische Schädlinge

Die wichtigsten tierischen Schaderreger in Museen, Bibliotheken und Archiven sind Insekten. Das Auftreten von Mäusen, Ratten und Vögeln wird als Ausnahme betrachtet und hier nicht weiter erörtert.

Unter den in den genannten Einrichtungen vorkommenden Insekten sind die material- und vorratsschädlichen Käfer (Coleoptera), Motten (Tineidae) und Fischchen (Zygentoma) die vorherrschenden Gruppen. Weitere Schaderreger können Ameisen, Schaben, Milben, Läuse, Flöhe und Zecken sein. Gelegentlich werden auch Termiten



und andere in den Tropen und Subtropen beheimatete Insekten z. B. mit ethnographischen Objekten eingeschleppt.

Für das Wachstum der Insekten, insbesondere der Insektenlarven, sind neben einem hinreichenden Nahrungsangebot bestimmte Umgebungsbedingungen maßgebend (Temperatur, Luft- bzw. Materialfeuchte). In einem Temperaturbereich von 20 °C bis 30 °C entwickeln sich die Insekten am besten. Für die einzelnen Insektenarten können darüber hinaus auch Minimal- und Maximaltemperaturen angegeben werden, unter- und oberhalb derer beispielsweise der Stoffwechsel und die Bewegung aufhören. Die zur Abtötung notwendigen Temperaturen liegen allerdings noch deutlich darunter und darüber, z. B. bei unter -20 °C und über +45 °C. Mit steigender Temperatur nimmt die Lebensaktivität der Insekten bis zu einem Optimum zu. Nicht nur die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven, sondern auch das Schwärmen von Vollinsekten hängt neben anderen Faktoren ebenfalls von der Umgebungstemperatur ab.

Im Hinblick auf die notwendige Luft- und Materialfeuchte sind Insekten ziemlich tolerant. Einige Arten, wie z. B. das Silberfischchen, ziehen eine hohe Luftfeuchte von 80 bis 90 % vor, den meisten Arten reicht jedoch eine Luftfeuchte von 60 bis 80 %. Die zu den holzzerstörenden Insekten gehörenden Splintholzkräfer (Lyctidae) benötigen für ihre Entwicklung lediglich eine Holzfeuchte von 7 bis 8 %; diese stellt sich bei einer relativen Feuchte der Luft von etwa 30 % ein.

Bevorzugte Aufenthaltsorte von Schaderregern sind – während der Flugzeit – Fenster und Fenstersohlbänke sowie dunkle Raumecken, Risse im Putz sowie Ritzen im Fußboden. Alle verdächtigen toten und lebenden Insekten müssen zur näheren Bestimmung mit der Pinzette aufgesammelt und in Präparategläsern mit Kunststoffstopfen, die feine Bohrungen zur Belüftung enthalten, aufbewahrt werden; lebende Tiere wegen des verbreiteten Kannibalismus immer einzeln. Achtung: Manche Käfer können sich totstellen! Anhand von Bestimmungsbüchern (z. B. Sellenschlo 2019, Weidner 1993) und Vergleichspräparaten kann auch der Nichtfachmann unter Verwendung einer Lupe oder eines Auflichtmikroskops eine Eingrenzung auf bestimmte Insektenarten vornehmen. Durch einen versierten Entomologen lassen sich letzte Unsicherheiten ausräumen.

Sehr hilfreich für die Ortung von Schadinsekten in Räumen sind Pheromon(Lockstoff)fallen (Binker 1996, siehe Literatur im Wissenspool). Solche gibt es für einige Nagekäferarten (*Anobiidae*), z. B. den Gewöhnlichen Nagekäfer (*Anobium punctatum*), den Brotkäfer (*Stegobium paniceum*) und den Tabakkäfer (*Lasioderma serricorne*). Die Wirkung ist auf die Flugzeit der Käfer begrenzt. Die Reichweite liegt bei maximal 5 m. Weiterhin sind Fallen für fliegende und kriechende Motten, Reichweite bis zu 10 m bzw. bis zu 2 m, sowie für kriechende Schaben (Reichweite ca. 1,5 m) verfügbar. Schließlich lässt sich auch die Anwesenheit bestimmter Speckkäferarten (Der-

mestidae) auf diese Weise ermitteln. Von Nachteil ist die begrenzte Wirkungsdauer der Pheromonfallen von nur etwa 2 bis maximal 12 Wochen. Durch geschickte Aufstellung der Fallen ist es möglich, die Hauptschadherde im Raum einzuzgrenzen. Insbesondere bei Holz zerstörenden Käfern und Termiten verursachen die Larven Fraß- und Bewegungsgeräusche, die an dem betreffenden Objekt durch Körperschallmessgeräte, sogenannte Acoustic-Emission-Geräte (AE-Geräte), aufgefangen und verstärkt werden können. Auf diese Weise lassen sich Trockenholztermiten bereits ausreichend sicher nachweisen. Röntgenaufnahmen vor und nach einer Bekämpfungsmaßnahme können als Erfolgsnachweis dienen.

Zur Schädlingsbekämpfung stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Physikalische Bekämpfungsverfahren sind aus toxikologischer und ökologischer Sicht besser geeignet als flüssige chemische Mittel, mit denen die Objekte bestrichen oder besprüht werden. Im Gegensatz zu diesen Mitteln, von denen einzelne Komponenten auf Dauer im damit behandelten Sammlungsgut verbleiben und oftmals unerwünschte Veränderungen hervorrufen, treten bei den physikalischen Verfahren keine Rückstände auf und es entfällt das Problem, dass Konservierungsmittel und Originalsubstanz miteinander reagieren. Allerdings bewirken sie im Gegensatz zu vielen flüssigen chemischen Schädlingsbekämpfungsmitteln keinen vorbeugenden Schutz. Auch kann es während der Anwendung zu mehr oder weniger gravierenden Materialveränderungen kommen. Daher müssen beispielsweise bei der Kälte- oder Wärmebehandlung und der Behandlung mit Mikrowellen oder Gammastrahlen sowohl die Thermotoleranz der verschiedenen Materialien als auch die für die einzelnen Insektenarten und ihre Entwicklungsstadien erforderlichen Letaltemperaturen genau bekannt sein. Chemische Präparate sollten nur dann eingesetzt werden, wenn alle anderen Bekämpfungsmöglichkeiten nicht infrage kommen. Dabei ist darauf zu achten, dass in den Schädlingsbekämpfungsmitteln möglichst rasch abbaubare Biozide natürlichen Ursprungs enthalten sind.

Wird ein aktiver Befall durch Insekten festgestellt, sind folgende Schritte vorzunehmen:

1. Isolierung der befallenen Objekte
2. Benachrichtigung des verantwortlichen Leitungspersonals
3. Einschweißen der Objekte in Kunststofffolie, um eine Weiterverbreitung zu vermeiden

4. Ermittlung der Ursachen
5. Bestimmung der Schaderreger: Hinzuziehung eines Entomologen
6. Weiterbildung des Personals
7. Einleitung von Quarantänemaßnahmen
8. Auswahl von Bekämpfungsmaßnahmen

## 2.2 Pilze

Innerhalb dieser Gruppe sind die Schimmelpilze die bedeutendsten Schädlinge von Sammlungsgut. Der Begriff „Schimmelpilz“ ist nicht klar abgegrenzt. Es handelt sich vor allem um sogenannte niedere Pilze (Ascomyceten, Deuteromyceten). In diese Gruppe gehören auch die holzverfärbenden Pilze. Häufig anzutreffen sind solche Gattungen wie Aspergillus, Penicillium, Cladosporium und Fusarium. Holzzerstörende Braun-, Weiß-, Moderfäule- und Bläuepilze, die oftmals als Schädlinge von verbaute Holz in Gebäuden auftreten, können auch auf dort deponierte Sammlungsobjekte übergreifen.

Für die Entwicklung der Pilze sind die Umgebungsbedingungen und das Nährstoffangebot entscheidend. Eine besondere Rolle spielt dabei die relative Feuchte (rF). Die allgegenwärtigen Sporen können bei extremer Trockenheit jahrelang in einem Ruhezustand verbleiben. Steigt jedoch die relative Feuchte an, beginnen sie auszukeimen und zu wachsen. Eine Gefährdung von Sammlungsgut durch auskeimende Sporen ist ab einer relativen Feuchte von 65 % vorhanden. Erst unterhalb 55 % ist ein Pilzbefall nicht mehr zu erwarten. Die Mycelien (Gesamtheit der fadenförmigen Zellen eines Pilzes) einiger Pilzarten sind in der Lage, Wasser über längere Strecken heranzuführen, z. B. der Echte Hausschwamm. Die Anwesenheit von Wasser als Löse- und Transportmittel ist die Voraussetzung für den Abbau der Nährstoffsubstrate durch Enzyme. Neben der relativen Feuchte wird das Wachstum der Pilze stark von der Temperatur beeinflusst. Die meisten Pilzarten gedeihen bei Temperaturen zwischen 5 °C und 40 °C, wobei Temperaturen von 15 °C bis 40 °C am günstigsten sind.

Licht scheint für die vegetative Entwicklung der Pilze bedeutungslos zu sein. Das Mycel kann im Dunkeln wachsen. Lediglich die Fruchtkörperbildung erfolgt unter Lichteinwirkung.

Oftmals wird angenommen, dass es sich bei weißen oder grauen Belägen bzw. Pusteln auf Objekten um Schimmelpilze handelt. Derartige Beläge können aber auch ausblühende Biozide (z. B. DDT), Erdalkali- und Bleisalze höherer Fettsäuren (Seifen) sowie hygroskopische Salze sein, was sich durch eine mikroskopische Untersuchung und einfache chemische Tests klären lässt.

Für das Erkennen und die Aktivität von Schimmelpilzen steht eine Reihe von Nachweismethoden zur Verfügung. Es reicht in den meisten Fällen nicht aus, nur die Schimmelpilzgattung zu bestimmen, weil sich die einzelnen Arten innerhalb einer Gattung hinsichtlich ihrer Schadwirkung auf die Objekte und die Gesundheitsgefährdung des Menschen deutlich unterscheiden können. Weiterhin ist es wichtig, lebende und tote Zellen zu differenzieren und die Keimfähigkeit der lebenden Zellen zu ermitteln.

Ist ein Objekt von Schimmelpilz befallen, ist die einfachste Methode der Behandlung die mechanische durch Abpinseln, Abbürsten oder Absaugen. Schwierig ist dabei jedoch festzustellen, ob alle Mycelien entfernt wurden.

Obwohl Pilze aerobe Organismen sind und den Sauerstoff der Luft für ihre Atmung benötigen, können sie einen Sauerstoffmangel über längere Zeit ertragen. Daher ist ihre Bekämpfung durch die Anwendung modifizierter bzw. kontrollierter Atmosphären kaum möglich. Erst bei Temperaturen oberhalb 80 °C werden die Sporen nach längerer Einwirkzeit abgetötet.

Mithilfe von Gammastrahlen können sowohl Pilzhyphen (fadenförmige Zellen der Pilze) und Pilzmycelien als auch Pilzsporen und Bakterien sicher abgetötet werden. Die Methode ist für kleinere Objekte aus Holz oder Leder, für Bücher, aber auch für Mumien mit starkem Schimmelpilz- oder Bakterienbefall geeignet. Von Nachteil ist, dass die Objekte zu den Bestrahlungsanlagen gebracht werden müssen und dass kein vorbeugender Schutz erzielt wird.

Mit Schimmelpilzen bewachsene Objekte können mit 70%igem Ethanol bzw. Isopropanol gereinigt bzw. desinfiziert werden. Vor der Verwendung antimikrobieller Hilfsmittel ist zu prüfen, ob sie von den zu behandelnden Materialien „vertragen“ werden, ob diese nicht eventuell durch die enthaltenen Alkohole an- oder aufgelöst werden. Auch muss eine sich anschließende Restaurierung der originalen Substanz noch möglich sein. Generell gilt: Der Einsatz von Fungiziden und Bakteriziden ist nur dann legitim, wenn alle anderen Methoden nicht infrage kommen oder im speziellen Fall versagen würden.

Wenn ein Befall durch Schimmelpilze festgestellt wird, sind folgende Schritte einzuleiten:

Schritt 1: Isolierung der befallenen Objekte

Schritt 2: Benachrichtigung des verantwortlichen Leitungspersonals

Schritt 3: Gefrieretrocknung der Objekte, die dafür geeignet sind, um das Wachstum der Schimmelpilze zu stoppen

Schritt 4: Ermittlung der Ursachen, ggf. unter Hinzuziehung eines Experten

Schritt 5: Beseitigung der Ursachen

Um einen Befall durch Insekten und Schimmelpilze zu verhindern, sollten vorbeugende Maßnahmen berücksichtigt werden. Dazu gehören:

- Sensibilisierung durch Mitarbeitereschulungen
- Bauliche und konstruktive Vorkehrungen: Objekte mindestens durch zwei Türen vom Eingang getrennt (Schleusenprinzip), insektendichte Vitrinen und Schränke, Lagerung in verschweißten Folienbeuteln, Anbringung von Gitternetzen vor allen Öffnungen
- Konservatorische Vorkehrungen: konstantes Raumklima, Reinigung von Luftbefeutern und -entfeuern, Reinigung von Klimaanlagen und -geräten, Quarantänemaßnahmen bei Neuzugängen und Leihgaben, Untersuchung von Verpackungsmaterial und von Werkstoffen für Ausstellungsaufbauten, möglichst Verwendung anorganischer Werkstoffe für Ausstellungen
- Jährliche Routinekontrollen der Räume und Objekte auf Schädlinge und Schimmelpilze
- Regelmäßige Inspektion der Außenhülle: jährliche Reinigung der Regenrinnen, Laubsiebe und Fallrohre, Entfernen von Vogelnestern u. a.
- Reinigung der Räume und Objekte

- Jährliches Aussaugen und feuchtes Auswischen der Sammlungsschränke (in Depots mit von Schimmelpilzen befallenen Büchern und Archivalien ist die Verwendung üblicher Staubsauger zu vermeiden, da die Sporen durch den Filter gesaugt und in den Raum geblasen werden.)

*Wibke Unger, Katrin Schöne und Bill Landsberger*



**Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:**  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)



# 11 schadstoffe

# 11



# 11 | SCHADSTOFFE

Die negativen Auswirkungen luftgetragener Schadstoffe und Verbindungen aus Bau- und Konstruktionsmaterialien auf Kulturgut werden – nach anfänglichen Verzögerungen – inzwischen detaillierter betrachtet. Noch sind präzise Ursache-Wirkungs-Mechanismen jedoch nur in Teilen erforscht. Bereits bekannt ist, dass Sammlungen und Bestände von einer Vielzahl an Schadstoffen verändert, angegriffen und abgebaut werden können. Zudem werden die Reaktionen von weiteren Parametern wie Temperatur, Luftfeuchte und Licht- bzw. UV-Strahlung begünstigt. In den meisten Fällen liegen Wechselwirkungen zwischen Schadstoffen und weiteren Umgebungsparametern vor. Aus diesem Grund sind adäquate Lichtbedingungen und eine objektgerechte Klimatisierung ebenso erforderlich wie eine Kontrolle der Luftqualität durch Untersuchung der eingesetzten Verpackungs- und Konstruktionsmaterialien. Zusammen können diese Maßnahmen eine Schadstoffbelastung in Museen, Sammlungen und Archiven reduzieren und dem langfristigen Verlust von Kulturgut entgegenwirken.

## Warum sind Schadstoffe in Sammlungseinrichtungen ein Problem?

Seit vielen Jahren wird in Deutschland über die Qualität der Raumluft in Büro- und Wohnräumen diskutiert. Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer können sich zum Schutz ihrer Gesundheit auf bestimmte Grenzwerte berufen und im privaten Wohnbereich besteht die Möglichkeit, auf emissionsarme Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände zurückzugreifen.

Nur wenigen Menschen dürfte hingegen bewusst sein, dass sowohl die emissionsbelastete Außenluft als auch flüchtige Verbindungen im Innenraum eine hohe Belastung für Sammlungen und Archivbestände darstellen. Als Quelle sind Bau- und Konstruktionsmaterialien sowie Dichtmassen, Klebstoffe und Beschichtungen (u. a. Farbe und Lacke) zu nennen, die für die Gestaltung von Ausstellungen und Vitrinen oder die Kulturgutlagerung in Depots und Magazinen eingesetzt werden. Letztlich kann auch das Sammlungsgut selbst die Luftqualität negativ beeinflussen, sofern organische Materialien (z. B. Wolle, Felle) oder Vorbehandlungen mit Bioziden (z. B. Holzschutzmittel) vorliegen.



**Abb. 1:** Emissionen der Industrie,  
Foto: Alexandra Jeberien



**Abb. 2:** Fingerabdrücke auf staubiger Objekt-  
oberfläche, Foto: Alexandra Jeberien

Zusätzlich stellen Stäube und deren Bestandteile (Sporen, Haare und Feinpartikel) eine Belastung der Luftqualität dar. Aus all diesen Gründen sollte die Vermeidung von Schadstoffen und die Kontrolle der Innenraumluft zu den grundlegenden Aufgaben in Museen, Archiven, Bibliotheken und Sammlungen zählen.

### **Warum sind Umweltbelastungen für den Kulturgutschutz von Relevanz?**

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat sich die Luftqualität, insbesondere in urbanen Siedlungsräumen, deutlich verbessert. So konnten die durch Verbrennungsprozesse entstehenden Schwefel- und Stickstoffdioxidanteile sowie die Ozon- und Schwefelwasserstoffbelastung stark reduziert werden. Insbesondere Kupferlegierungen (Bronzen) reagieren jedoch – neben Blei und Silber – äußerst sensibel auf Umweltbelastungen und korrodieren bereits bei niedrigen Konzentrationen. Diese Reaktionen verstärken sich in Wechselwirkung mit stark schwankenden Temperaturen und hohem Feuchtigkeitseintrag – wie in den mitteleuropäischen Klimazonen vorliegend. Weiterhin werden kalkhaltige Verbindungen (Kalk- und Sandstein, Marmor) von den Bestandteilen der Außenluft angegriffen. Daher ist besonders frei bewittertes Kulturgut, wie Denkmale, Brunnen und Zaunanlagen aus Metall sowie Steinskulpturen und Fassaden, durch den Kontakt mit Schwefel- und Stickstoffbestandteilen der Luft stark gefährdet. Leider sind die Möglichkeiten, dieser Gefährdung durch präventive Maßnahmen zu begegnen, äußerst gering und beschränken sich auf regelmäßige Reinigung und/oder Beschichtung der Oberflächen sowie insbesondere ein umfassendes Monitoring.

#### **1. Systematik und Begrifflichkeiten**

Der sehr allgemeine Begriff „Schadstoffe“ bezieht sich im Kulturgutschutz auf eine Vielzahl gasförmiger, zumeist organischer Verbindungen. Hierbei wird zwischen Außenluftschadstoffen, d. h. Umweltbelastungen aus Verbrennungsprozessen, sowie Innenraum- oder Materialschadstoffen unterschieden. In Museen, Bibliotheken



und Archiven ist die Innenraumbelastung auf Bau- und Konstruktionsmaterialien zurückzuführen. In den Depots und Magazinen tragen zudem Lagermedien und Verpackungen zur Emissionslast bei.

Die Klassifizierung von Schadstoffen erfolgt auf Basis der Siedepunkte der Verbindungen bzw. deren spezifischem Flüchtigkeitsverhalten. Hieraus resultiert folgende Systematik:

- VOC: volatile organic compounds/flüchtige organische Verbindungen
- VVOC: very volatile organic compounds/schnellflüchtige organische Verbindungen
- SVOC: semi volatile organic compounds/schwerflüchtige organische Verbindungen

Stäube werden je nach Zusammensetzung und Partikelgröße in kleine (0,01 bis 15–20 Mikron) bzw. größere Staubpartikel (15–20 Mikron) klassifiziert.

## 2. Eintrag und Ursachen einer Schadstoffbelastung

Der Eintrag von Umweltbelastungen wie Ozon, Stickstoffdioxid oder Schwefeldioxid erfolgt über die Gebäudeöffnungen (Türen, Fenster) und Lüftungsanlagen. Ein zusätzlicher Eintrag ist durch Fugen zu verzeichnen. Entsprechend steigt die Schadstoffkonzentration in Innenräumen, sofern keine Reinigung durch Filter oder ein regelmäßiger Luftwechsel erfolgen.

Die hauptsächliche Belastung von Innenräumen ist jedoch den aus Gebäude- und Konstruktionsmaterialien (Wände, Decken, Böden) austretenden flüchtigen organischen Verbindungen zuzuschreiben. Zu den schadstoffabgebenden Werkstoffen zählen Beton und Holz, insbesondere jedoch lösemittel- und säurehaltige Dämm- und Dichtstoffe, Klebmittel und Farbaufträge. Im Ausstellungsbereich handelt es sich zumeist um Werkstoffe, die zur Gestaltung von Ausstellungen und Vitrinen verwendet werden, d. h. Holz oder holzschliffhafte Werkstoffe, die Form-/Aldehyde und organische Säuren (Essig-/Ameisensäure) abgeben. Schwefelverbindungen stammen oftmals aus den Dicht- und Klebstoffen.

Hingegen ist die Ursache für hohe Schadstoffkonzentrationen in Depots und Magazinen der Vielzahl – zumeist älterer – Lagermedien und Verpackungen geschuldet. Diese bestehen ebenfalls oft aus Holz oder basieren auf Kunststoffen, die auch nach Jahrzehnten noch säurehaltige Verbindungen oder Lösemittel emittieren.



Oftmals gibt das Sammlungsgut selbst Verbindungen ab und trägt somit zur Anreicherung der Schadstoffkonzentration bei, speziell in Depots und Magazinen, aber auch in Ausstellungen. Hierbei handelt es sich zum einen um Objekte mit organischer Zusammensetzung (cellulose- oder proteinhaltig), die sich unter Abgabe zumeist schwefelhaltiger Verbindungen langfristig abbauen. Des Weiteren weisen zahlreiche naturkundliche und ethnografische Sammlungen eine hohe Belastung an Bioziden, Pestiziden und/oder Lösemitteln auf. Diese wurden seit Anfang des 19. Jahrhunderts und bis weit in die 1980er Jahre hinein zur Vorbeugung und Behandlung biologischer Befälle (Insekten, Mikroorganismen) breit eingesetzt. Die verwendeten Substanzen werden aufgrund langer Retentionszeiten jahrzehntelang von den Objekten abgegeben und führen durch die pure Masse insbesondere in kleinräumigen Volumina (Schränke, Umverpackungen) zu hohen und gefährlichen Schadkonzentrationen.

### **3. Wechselwirkungen und Zustandsbilder**

Das Risikopotenzial flüchtiger organischer Verbindungen erhöht sich durch Interaktion. So ist die Wirkung von Schadstoffen auf Sammlungsobjekte stark von der Art und Anzahl vorhandener Verbindungen, deren Konzentration und letztlich der Expositionsduer abhängig. Zusätzlich beschleunigen hohe Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten, übermäßige Lichtdosen und UV-Werte den Ablauf chemischer Reaktionen. Und nach wie vor sind weder das Zusammenspiel aus Substanz – Konzentration – Objektmaterial noch die Wechselwirkungen mit den genannten Umgebungsparametern präzise erforscht.

Weitaus besser bekannt sind die aus dem Kontakt mit Schadstoffen resultierenden Veränderungen und Schädigungen an Objekten. Vor allem Formaldehyd, Essig- und Ameisensäure sowie schwefelhaltige Verbindungen hinterlassen teils sehr signifikante Merkmale und Zustandsbilder an den Objektmaterialien:

- Ablagerungen oder Kristallisation (Korrosion, Salze)
- Farbänderungen (Verfärbungen, Flecken)
- Klebrigkeit oder Pulverisierung (Auflösung der Oberflächen oder Materialstruktur)
- Schrumpfung oder Schwund (struktureller Komplettabbau)



### 3.1 Einfluss von organischen Säuren

Die durch organische Säuren, wie Essig- und Ameisensäure, verursachten Veränderungen an Sammlungen und Beständen zeichnen sich durch pulvige oder kristalline Strukturen aus. So führen organische Säuren an kalkhaltigen Werkstoffen (Kalkstein, Marmor oder Terrakotta) zu nadelförmigen Kristallen, die aufgrund ihrer starken Volumenzunahme gesamte Objektoberflächen anheben oder großflächig absprengen können.

Ein weiteres und sehr spezifisches Phänomen an kalkhaltigen Objekten ist der bynesianische Zerfall – in der Literatur auch unter *Byne's disease* bekannt. Dieser liegt hauptsächlich an naturkundlichen Sammlungen vor und zeigt sich an Beständen aus Muschel- und Eierschalen. Auch Ethnografika aus ähnlicher Materialität (Muschelgewänder, Kopfschmuck, Ketten etc.) können bynesianische Ausblühungen entwickeln. Die Ursache dieser Zustandsveränderung liegt in der spezifischen Lagerung dieser Bestände: Zahlreiche naturkundliche wie auch ethnografische Sammlungen werden nach wie vor in Kabinettsschränken aus Holz (Eiche) sowie in großen Mengen auf sehr geringem Raum gelagert. In dieser Verdichtung konzentrieren sich hohe Dosen organischer Verbindungen, zumeist Essigsäure oder zu Ameisensäure oxidierte Formaldehyde, auf. Zusammen mit Feuchtigkeit reagieren diese mit dem Calciumcarbonat der Muscheln und Schalen unter Bildung entsprechender Salze (Calciumacetat und -formiat), werden zunächst als Trübung, im fortgeschrittenen Stadium dann als weiße, pulvige Auflagerungen an den Objekten sichtbar.



**Abb. 3:** Beginnender bynesianischer Zerfall an Muscheln, Fotos: Alexandra Jeberien



**Abb. 4:** Weiße Auflagerungen in den Zwischenräumen eines Schneckengehäuses

Neben kalkhaltigen Materialien treten organische Säuren auch mit Metallen in Reaktion, besonders anfällig sind Blei, Zink und Kupferlegierungen. Auch hier kommt es zu weißen, pulvigen Auflagerungen und Korrosionserscheinungen, die durch in Lagermedien, Ausstellungsarchitektur und Vitrinen verwendete und organische Säuren emittierende Holzwerkstoffe induziert werden.

Weiterhin sind Archivalien, technisch-industrielle Bestände und zeitgenössische Kunstsammlungen, u. a. auf Basis von Cellulose und ihrer Derivate Cellulosenitrat und -acetat, durch organische Säuren gefährdet. Filmmaterial aus Cellulosenitrat (CN) unterliegt selbst bei guten Lagerungsbedingungen steten Abbauprozessen. Hierbei werden Stickstoffverbindungen ( $\text{NO}_x$ ) abgegeben, die insbesondere in geschlossenen Filmdosen schnell eine hohe Konzentration erreichen und den Zerfall des Filmmaterials signifikant beschleunigen. Hierbei geht dessen Form und Flexibilität verloren und es entstehen klebrige Oberflächen, die im Endstadium zu einer komplett verklebten Filmrolle führen. Ähnliche Reaktionen zeigen fotografische Negative und Filmmaterial auf Basis von Celluloseacetat (CA). Auch diese degradieren sukzessive unter Abgabe flüchtiger organischer Verbindungen (Essigsäure). Bei unsachgemäßer bzw. ausbleibender Belüftung von Räumen, Lagermedien und Verpackungen werden sehr hohe Säurekonzentrationen in (Film-)Archiven erreicht, die zur autokatalytischen Zersetzung der Bestände führen. Der Prozess wird von einem charakteristischen Säuregeruch begleitet, sodass der Prozess als Essigsäure-Syndrom (*vinegar syndrome*) bekannt ist. Die resultierenden Zustände sind divers und reichen von blasenartigen Strukturen über Röhrenbildung bis zu Versprödungen und Schrumpfungen der gesamten Oberflächen. Beide Reaktionsabläufe, sowohl an Cellulosenitrat als auch an -acetat, starten bereits bei Temperaturen ab 4 °C und werden ab einer relativen Luftfeuchtigkeit > 30 % beschleunigt.

### 3.2 Einfluss von schwefelhaltigen Verbindungen

Neben organischen Säuren nehmen schwefelhaltige Verbindungen, häufig durch (Bau-)Materialien oder von Woll- und Lederobjekten selbst emittiert, negativen Einfluss auf den Erhaltungszustand von Sammlungsgut. So reagiert insbesondere Schwefelwasserstoff zu Schwefelsulfid, einer Verbindung, die Silberobjekte braun bis schwarz verfärbt. Des Weiteren führen Schwefelverbindungen zur Schwärzung bleihaltiger Pigmente an Gemälden oder zu schwarzen Flecken an Kupferlegierungen (Bronze, Messing). Gleichermassen werden Silberbestandteile in Fotografien beeinträchtigt, sodass Bildinformationen an Kontrast verlieren bzw. sich eine braune Tönung entwickelt. Letztlich nehmen sulfidische Verbindungen auch Einfluss auf organische Materialien, z. B. fördern sie den sogenannten Roten Zerfall an Leder, ein Zustandsbild am Leder, bei dem sich die stabile Narbenschicht pulverisiert und stark orange einfärbt.



**Abb. 5:** Durch Silbersulfide beeinträchtigte Metallexponate, Fotos: Alexandra Jeberien



**Abb. 6:** Roter Zerfall an einem Möbelstück mit Lederbezug

### 3.3 Einfluss von Stäuben

Die Auswirkungen von Stäuben sind von der Größe der Partikel abhängig. Kleine Korngrößen werden durch Adhäsion (Anhaften) an den Oberflächen von beispielsweise Papier oder Wachsobjekten gebunden und bilden hierbei schmutztragende Schichten. Größere Partikel lagern sich auf allen Objektgattungen ab und können zu harten Staubkonglomeraten führen. Staubschichten sind hygroskopisch, d. h. sie nehmen Feuchtigkeit auf. Gleichzeitig binden sie flüchtige Verbindungen, sodass weiterführende Reaktionen (Korrosion, Salzbildung) katalysiert werden. Da Stäube zudem organische Bestandteile wie Sporen, Pollen, Haut- und Haarpartikel enthalten, die wiederum die Nahrungsgrundlage vieler Insekten bilden, begünstigt eine starke Verstaubung von Objektoberflächen den biologischen Befall samt Folgeerscheinungen, wie Fraß- und Siedlungsspuren (siehe Kapitel **Schädlinge**).

### 4. Messung von Schadstoffen

Schadstoffe lassen sich entweder als flüchtige Verbindung in der Raumluft oder als Bestandteil von Werkstoffen und Materialien nachweisen. In beiden Fällen erfolgen die Untersuchungen durch instrumentelle Analytik in Kombination mit aktiver oder passiver Probenahme. Entsprechend ist für die meisten Verfahren eine technische (Labor-)Ausstattung sowie umfangreiches Fachwissen zur Auswertung der Messdaten erforderlich. Alternativ können beschleunigte Alterungs- und Korrosionstests sowie semi-qualitative Nachweise (Spottests) durchgeführt werden. Beide lassen jedoch – im Gegensatz zur Laboranalytik – keine Aussage über Quantitäten zu.

Die zur Abbildung von Schadstoffbelastungen verwendeten Maßeinheiten hängen von der Menge und dem Aggregatzustand der Verbindung ab. Hohe Konzentrationen werden in Volumenprozent (Vol.-%) angegeben, wohingegen sehr geringe Mengen in den Einheiten ppm/ppb (Teile pro Million/Milliarde) dargestellt werden. Ein ppm entspricht 1 µg/g oder einem Teil (Schadstoff) in einer Million Teile Luft. Handelt es sich um flüssige oder feste Substanzen, werden diese in Masse/Volumen (µg/m<sup>3</sup>) angegeben.

#### 4.1 Aktive Schadstoffmessungen

Aktive Schadstoffmessungen erfolgen unter definierten Bedingungen. Hierbei wird mit einer Pumpe (manuell, elektronisch) eine festgelegte Luftmenge über das Sammelmedium (Adsorbens, Reagenz) eines Probenröhrchens eingesaugt. Dieses wird im Labor mittels Gas- oder Flüssigchromatografie und gekoppelter Massenspektroskopie qualitativ-quantitativ ausgewertet. Entsprechend liefern aktive Messungen ein sehr genaues Bild über Art und Ausmaß einer Belastung durch Schadstoffe. Bekannte Aktivsammler sind zum Beispiel Dräger-Röhrchen.

#### 4.2 Passive Schadstoffmessungen

Hingegen werden bei der passiven Messung von Schadstoffen kaum quantitative Ergebnisse ermittelt. Dennoch kommen passive Probensammler aufgrund ihrer unkomplizierten Handhabung häufig zum Einsatz. Im Zuge der Messungen werden die Sammelmedien im Raum, in der Vitrine oder in der Verpackung über einen längeren Zeitraum (2 bis 4 Wochen) ausgesetzt. Im Gegensatz zur aktiven Messung erfolgt die Aufnahme der Schadstoffe an der Sorptionsschicht durch Diffusion. Anschließend wird der Probensammler ebenfalls im Labor messtechnisch ausgewertet. Alternativ liegen auf spezifische Verbindungen ausgerichtete Probensammler vor, die durch einen Farbumschlag und anhand von Skalen die vorliegenden Verbindungen anzeigen. Zu den passiven Sammelmedien zählen Tenax-Diffusionssammler oder Dosimeterplaketten.

Weitere passive Probensammler sind Glassensoren, die vom Fraunhofer-Institut für Silicatforschung Wertheim/Bronnbach (ISC) entwickelt wurden. Sie bestehen aus besonders korrosionsempfindlichem Kaliumsilicatglas und werden – ähnlich den anderen Sammelmedien – über längere Zeiträume der Umgebungsluft ausgesetzt. Hierbei entsteht Korrosion am Glas, die je nach Konzentrationsgefälle in unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeit sichtbar wird. Am ISC werden die Sensoren optisch und messtechnisch ausgewertet, u. a. ermöglichen auf den Glasflächen angelagerte Salze den Rückschluss auf die verursachenden Schadstoffgruppen. Zudem lässt sich durch Infrarotspektroskopie die korrosionsbedingte strukturelle Veränderung des Glases quantifizieren.



Letztlich können auch Metallindikatoren als passive Probensammler betrachtet werden. Hierbei kommen Silber- und Kupferstreifen (Corrosion Classification Coupons) zur Anwendung, die für 30 bis 90 Tage im Raum, in der Vitrine oder in der Verpackung ausgelegt werden. Die erfolgte Korrosionsentwicklung wird in Art und Stärke analysiert und mit der Expositionsdauer sowie standardisierten Korrosionsraten korreliert. Die Auswertung erfolgt auf Basis eines definierten Systems bzw. ISO-Standards, der die Korrosivität der untersuchten Luft in vier Stufen von mild bis schwerwiegend kategorisiert. Mit den Metallindikatoren lassen sich insbesondere Schwefelverbindungen und Aldehyde nachweisen, sie liefern jedoch keine spezifischen Verbindungs-nachweise oder Konzentrationen.

#### 4.3 Qualitativ-chemischer Nachweis und Spottest

Neben dem Einsatz aktiver und passiver Probensammler ist die Bestimmung von Schadstoffen über die Durchführung diverser qualitativ-chemischer Nachweise und Spottests möglich. Hierzu zählen unter anderem:

- Oddy-Test (Schwefelverbindungen, organische Säuren)
- Beilstein-Test (Chlorbestandteile)
- Azide-Test (Schwefelbestandteile)
- Iodid-Iodat-Test (organische Säuren)

Eine gute Übersicht und Beschreibung der zahlreichen Nachweisverfahren findet sich bei Hatchfield 2002 sowie in gekürzter Version im WAAC Newsletter, Volume 26/2, 2004 (siehe Wissenspool [Schadstoffe](#)). Die beiden bekanntesten Verfahren, der Oddy- und der Beilstein-Test, werden in einem eigenen Dokument im Online-Einführungstext Schadstoffe in SiLK vorgestellt.

#### 4.4 Konzentration von Stäuben

Um die Konzentration von Stäuben in der Raumluft und somit die Gefährdung von freistehenden Objekten in Ausstellungen bzw. von Sammlungsgut in offenen Regalsystemen zu bestimmen, werden z. B. portable Reflektometer eingesetzt. Diese bestimmen über den abnehmenden Glanzgrad von Oberflächen den Staubgehalt. Hierbei wirft das Gerät in einem Winkel von 60 bis 85° einen Lichtstrahl auf den Messbereich, erfasst die Reflexion und rechnet sie in Gloss Units (GU) um. Eine weitere Möglichkeit stellen Staubsammler dar, also kleine Gefäße, die über längere Zeiträume in Ausstellungen und Depots exponiert und anschließend zu Umfang und Zusammensetzung des Staubgehalts mikroskopisch ausgezählt werden.

Schadstoffe lassen sich in nahezu allen Bereichen der Museen, Archive und Bibliotheken nachweisen. Insbesondere in Depots und Magazinen, aber auch im Ausstellungsbereich können hohe Konzentrationen vorliegen. Daher werden analog zum Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz auch für den Kulturgutschutz notwendige Grenzwerte diskutiert. Das Stufenmodell nach Seifert weist für Büro- und Arbeitsräume eine Gesamtbelastung (TVOC-Wert) von 0,2 bis 0,3 mg/m<sup>3</sup> als hygienisch unbedenklich aus. Bereits Werte, die zwischen 0,3 und 1 mg/m<sup>3</sup> liegen, sollten nur vorübergehend und mit ausreichender Frischluftzufuhr akzeptiert sowie langfristig reduziert werden, während dauerhaft > 1 mg/m<sup>3</sup> liegende Werte zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung führen und inakzeptabel sind. Eine vergleichbare Regelung für die Sammlungen der Museen und Bestände in Bibliotheken und Archiven steht weiterhin aus. Experten sind sich jedoch einig, dass die Grenzwerte für Kulturgut – da die Reaktivität deutlich sensibler ausfällt – unter Stufe 1 des Arbeitsschutzmodells liegen sollten.

Bis entsprechende Grenzwerte etabliert sind und weitere Forschungsergebnisse zu den Auswirkungen von Schadstoffbelastungen auf Kulturgut vorliegen, sollten Museen, Archive und Bibliothek das Risikopotenzial von Schadstoffen durch präventive Strategien kontrollieren. Dies umfasst Maßnahmen der Vermeidung, der Analytik und Nachweise, der Absperrung sowie der Reduzierung und Behandlung (Beseitigung) möglicher Schadstoffquellen. Priorität sollte die Vermeidung, Reduzierung und Behandlung haben, um Schäden zu verhindern, wobei die Untersuchung der Ursachen den jeweiligen Ausgangspunkt aller Maßnahmen darstellt.

## **5. Vermeidung von Schadstoffen**

### **5.1 Externe Schadstoffe und Stäube**

Der Eintrag externer Schadstoffe und Stäube kann auf Makroebene durch folgende Maßnahmen vermieden werden:

- Auswahl geeigneter, gering emissionsbelasteter Standorte für Depots und Magazine
- Schließen und Versiegeln aller ungenutzten und nicht notwendigen Gebäudeöffnungen
- Abdichten von Fugen und Undichtigkeiten an Gebäuden/Gebäudeöffnungen
- Einbau mehrstufiger Türsysteme im Eingangsbereich
- Einsatz entsprechender Filter für Klima- und Belüftungsanlagen



Das Prinzip der Vermeidung gilt gleichermaßen für die Mikroebene und zielt darauf, den Kontakt der Sammlung mit Schadstoffen und Stäuben so gering wie möglich zu halten. Um den Eintrag externer Schadstoffe zu minimieren, sollten Glasstürze, Vitrinen und Rahmen ebenso wie Lagermedien und Verpackungen luftdicht abschließen. Dies setzt voraus, dass sämtliche verwendeten Materialien inert sind, d. h. keiner chemischen Zersetzung unterliegen.

## 5.2 Interne Schadstoffbelastung

Für die Vermeidung interner Schadstoffbelastungen aus Bau- und Konstruktionsmaterialien ist die sorgfältige Untersuchung und Auswahl emissionsarmer, langzeitstabiler Materialien essenziell. Jeder im Ausstellungs- und Lagerungsbereich genutzte Werkstoff muss vor dem Einsatz geprüft werden. Gleiches gilt für die zur Restaurierung verwendeten Produkte und Chemikalien, die hinsichtlich ihrer Langzeitstabilität, vor allem jedoch bezüglich möglicher Interaktionen mit Objektmaterialien ausgewählt werden sollten.

Die folgende Zusammenstellung führt eine Reihe von Werkstoffen auf, die als unbedenklich für die Lagerung und Präsentation von Kulturgut gelten.

- Metall (einbrennlackiert, pulverbeschichtet)
- Keramik- und Steinsockel, mineralischer Acrylstein (Corian®)
- Glas und Acrylglas (Plexiglas®)
- Papiere und Kartonagen (säurefrei, gepuffert)
- Textilien aus Baumwolle (farblos, ungebleicht und gewaschen) und PE-Vlies (Tyvek®)
- PE-Schaumstoffe (Ethafoam®, Plastazote®)
- PE/PP-Steg- und Hohlkammerplatten
- PE-Folien, PE-Druckverschlussbeutel und PE-Boxen
- Aluverbundfolie (Marvelseal® 360)

Weiterhin können folgende Materialien für kurze Zeiträume (Sonderausstellungen) und sofern sie nicht in direktem Kontakt zum Objekt stehen für die Präsentation von Kulturgut verwendet werden:



- Polyester- bzw. PET-Folien (Mylar, Melinex)
- Klettverschlüsse und Doppelklebebander (3M, verschiedene Typen)
- Nylonsehne, ohne direkten Kontakt zum Objekt
- Acrylfarben, ohne direkten Kontakt zum Objekt

Auch die Verwendung von Kleb- und Dichtstoffen sollte nur eingeschränkt und nach Berücksichtigung entsprechender Abbindezeiten erfolgen. Für die Herstellung von Verbindungen bieten sich gelöste Acrylate bzw. in Wasser dispergierte Bindemittel sowie klare Schmelzklebstoffe (PVA) an.

Ist eine Vermeidung von Schadstoffeinträgen nicht möglich, gilt es, den flüchtigen Verbindungen durch Reduzierung und Behandlung zu begegnen. Für freibewittertes, ausgesetztes Kulturgut stellen regelmäßige reinigende Maßnahmen oftmals die einzige Option dar, sie vor den Auswirkungen von Umweltbelastungen zu schützen. Grundsätzlich sollte bei einer vorliegenden Schadstoffbelastung im Depot und Magazin (Lagermedien, Verpackungen) sowie im Ausstellungsbereich (Vitrinen, Rahmen, Montagen) immer eine Beseitigung der Ursachen angestrebt werden. Optionen der Reduzierung umfassen zumeist den Einsatz von Hilfsmitteln und Verbrauchsmaterialien, die in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden müssen. Hierbei werden personelle und monetäre Kapazitäten unnötigerweise belastet. Dennoch stellt die Reduzierung von Schadstoffen, insbesondere an Altbeständen der Lager- und Verpackungslösungen, oftmals die einzige mögliche Option dar:

- Einsatz von Barrieren
- Versiegeln von Oberflächen
- Einsatz von Sorbentien und Absorbern
- Ändern der Luftzusammensetzung; Einsatz von Stickstoff
- Einsatz von Luftpurifizierern und technischen Filteranlagen
- Regelmäßiges Lüften von Vitrinen oder Lagermedien
- Umlagern und Rotieren der Exponate



Es ist wichtig zu verstehen, dass reduzierende Maßnahmen immer nur eine temporäre Zwischenlösung darstellen. Daher gilt es, in diesem Zeitraum alle weiteren einflussnehmenden Parameter, insbesondere jedoch die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit, möglichst schwankungsarm und in einem für die jeweilige Objektgattung adäquaten Bereich zu halten.

Abschließend soll auf das hohe Schädigungspotenzial und somit die fehlende Eignung des Werkstoffs Holz, der aufgrund seiner guten Verarbeitbarkeit und Wirtschaftlichkeit bevorzugt im Ausstellungsbereich zum Einsatz gelangt, erneut hingewiesen werden. In Abhängigkeit der Baumart geben Hölzer unterschiedlich hohe Mengen an organischen Säuren ab. Diese erzeugen, wie eingangs dargelegt, zahlreiche Schädigungen an fast allen Sammlungsgütern und archivalischen Beständen. Aus diesem Grund sollten Museen, Archive und Bibliotheken auf den Einsatz von Holz im Zuge von Neuinstallationen und -einrichtungen konsequent verzichten und bestehende Ausstattungen zeitnah gegen Materialien mit geprüfter Museums- und Archivqualität auswechseln.

*Alexandra Jeberien und Matthias Knaut*



**Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)**



12

unwetter



# 12 | UNWETTER

Die Bezeichnung Unwetter, Wetteranomalie oder auch Extremwetterereignis genannt, ist ein Sammelbegriff für extreme Wetterereignisse. Diese haben oft schwere oder gar lebensbedrohliche Folgen und stellen unter dem Aspekt der Sicherheit für Museen, Archive und Bibliotheken ein vielschichtiges Problem dar.

Im Folgenden wird der Sammelbegriff Unwetter klassifiziert und verschiedene Naturereignisse werden näher erläutert. Außerdem werden verschiedene Maßnahmen vorgestellt, um die Auswirkungen von ausgewählten Unwetterereignissen sowie die dadurch hervorgerufenen Schäden zu begrenzen bzw. zu minimieren. Gleichzeitig werden Schnittstellen zu weiteren Themenfeldern des SicherheitsLeitfadens benannt und ggf. näher erläutert.

## 1. Erscheinungsformen von Unwetter

Unter dem Begriff Unwetter sind verschiedene Naturereignisse mit teilweise unterschiedlicher Intensität und Auswirkung zusammengefasst:

- Stürme/Orkane
- räumlich eng begrenzte Starkwindereignisse (Tornado)
- Starkniederschläge (auch in Verbindung mit Gewitter, Hagel oder Graupel) und Dauerregen
- Schneefälle mit hoher Intensität
- starkes Tauwetter
- Glätte

Extreme Hitze bzw. Kälte zählen nicht zu den klassischen Unwetterereignissen, können aber dennoch zu weitreichenden Schäden führen.

### 1.1 Sturm und Orkan

Winde mit großer Intensität werden entsprechend ihrer Geschwindigkeiten als Sturm (ab Windstärke 9 und mit Windgeschwindigkeit von 75 bis 118 km/h) oder als Orkan

(Windstärke 12 mit Windgeschwindigkeit > 117 km/h) bezeichnet. Kurzzeitige Windgeschwindigkeiten ab 118 km/h werden Orkanböen oder orkanartige Böen genannt. Eine Klassifizierung der verschiedenen Winde erfolgt mittels der Beaufort-Skala (entwickelt 1806 und benannt nach dem englischen Admiral Sir Francis Beaufort, 1774–1857). Mithilfe dieser Einteilung ist es möglich, die Auswirkungen des Windes abzuschätzen.

Windstärke (Beaufort-grad)	Bezeichnung	Mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über freiem Gelände		Beispiele für die Auswirkung des Windes im Binnenland
		m/s	km/h	
0	Windstille	0–0,2	< 1	keine Luftbewegung, Rauch steigt senkrecht auf
1	leiser Zug	0,3–1,5	1–5	Windrichtung angezeigt durch den Zug des Rauchs
2	leichte Brise	1,6–3,3	6–11	Wind im Gesicht spürbar, Blätter und Windfahnen bewegen sich
3	schwache Brise, schwacher Wind	3,4–5,4	12–19	Wind bewegt dünne Zweige und streckt Wimpel
4	mäßige Brise, mäßiger Wind	5,5–7,9	20–28	Wind bewegt Zweige und dünnere Äste, hebt Staub und loses Papier
5	frische Brise, frischer Wind	8,0–10,7	29–38	kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumkronen bilden sich auf Seen
6	starker Wind	10,8–13,8	39–49	starke Äste schwanken, Regenschirme sind nur schwer zu halten, Telegrafenleitungen pfeifen im Wind
7	steifer Wind	13,9–17,1	50–61	fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich
8	stürmischer Wind	17,2–20,7	62–74	Zweige brechen von Bäumen, erhebliche Erschwerung beim Gehen im Freien
9	Sturm	20,8–24,4	75–88	Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel oder Rauchhauben abgehoben)
10	schwerer Sturm	24,5–28,4	89–102	Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern
11	orkanartiger Sturm	28,5–32,6	103–117	Wind entwurzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden
12	Orkan	ab 32,7	ab 118	schwere Verwüstungen

Tab. 1: Beaufort-Skala (Quelle: Wetterlexikon des Deutschen Wetterdienstes)



## 1.2 Starkwindereignis (Tornado)

Als Tornado, umgangssprachlich auch Windhose, werden in der Meteorologie Luftwirbel mit einer fast senkrechten Drehachse bezeichnet. Prinzipiell kann ein Tornado immer und überall auftreten.

Zur Klassifizierung der Intensität von Tornadowinden dient die sogenannte Fujita-Skala, benannt nach dem japanischen Meteorologen Tetsuya Theodore Fujita (1920-1998, erarbeitet 1971). In Abhängigkeit zur Windgeschwindigkeit erfolgt die Einteilung in Kategorien. Die Skala umfasst insgesamt 13 Stufen (F0 bis F12), wobei die Werte ab Stufe F6 bisher nicht beobachtet wurden und demzufolge nur theoretischer Art sind.

Fujita-Skala	Zerstörungskraft der Tornados	Windgeschwindigkeit (1 mph = 1,609344 km/h)		Beispiele für die Auswirkungen von Tornados
		mph	km/h	
F0	leicht	40–72	64–116	F0 wurde eingeführt, um Tornados unterhalb von 117 km/h (Beaufort 11) zu klassifizieren. Schornsteine und Reklametafeln werden demoliert, Äste abgebrochen und flach wurzelnde Bäume umgestoßen.
F1	mäßig	73–112	117–180	Autos werden von den Straßen geschoben, Wohnmobile umgeworfen, Wellblech bzw. Dachziegel abgerissen und Garagenbauten zerstört.
F2	bedeutend	113–157	181–253	Leichtere Gegenstände werden als gefährliche Wurfgeschosse durch die Luft gewirbelt, ganze Dächer abgedeckt, große Bäume gebrochen bzw. entwurzelt, Wohnwagen zerstört und Güterwaggons umgeworfen.
F3	stark	158–206	254–332	Dächer und Wände von stabilen Häusern werden zerstört, LKWs umgeworfen bzw. verschoben, Züge zum Entgleisen gebracht und ganze Wälder entwurzelt.
F4	verheerend	207–260	333–418	Häuser werden völlig zerstört, Gebäude mit schwachen Fundamenten als Ganzes weggeweht bzw. verschoben, große Gegenstände und Autos durch die Luft verfrachtet und schwere Gegenstände zu gefährlichen Projektilen.

### 1.3 Niederschläge (Regen und Schnee)

Niederschlag ist Wasser, das infolge der Schwerkraft in flüssiger Form als Regen bzw. in fester Form als Hagel, Graupel oder Schnee auf die Erde fällt.

Zur Klassifizierung eines unwetterartigen Niederschlagsereignisses wird die Niederschlagsmenge bei Regen bzw. Niederschlagshöhe bei Schneefall innerhalb eines Zeitintervalls angegeben. Dabei wird zwischen Starkregen, ergiebigem und extrem ergiebigem Dauerregen bzw. Schneefall und Schneeverwehungen unterschieden. In der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichen Richtgrößen zur Unwettercharakteristik eines Niederschlagsereignisses angegeben:

Ereignis/Erscheinung	Schwellenwert	Bezeichnung
Starkregen	15 bis 25 l/m <sup>2</sup> in 1 Stunde	
	20 bis 35 l/m <sup>2</sup> in 6 Stunden	Starkregen
	25 bis 40 l/m <sup>2</sup> in 1 Stunde 35 bis 60 l/m <sup>2</sup> in 6 Stunden	heftiger Starkregen
Dauerregen	> 40 l/m <sup>2</sup> in 1 Stunde > 60 l/m <sup>2</sup> in 6 Stunden	extrem heftiger Starkregen
	25 bis 40 l/m <sup>2</sup> in 12 Stunden	
	30 bis 50 l/m <sup>2</sup> in 24 Stunden	
	40 bis 60 l/m <sup>2</sup> in 48 Stunden	
	60 bis 90 l/m <sup>2</sup> in 72 Stunden	
	40 bis 70 l/m <sup>2</sup> in 12 Stunden	ergiebiger Dauerregen
	50 bis 80 l/m <sup>2</sup> in 24 Stunden	
	60 bis 90 l/m <sup>2</sup> in 48 Stunden	
	90 bis 120 l/m <sup>2</sup> in 72 Stunden	
	> 70 l/m <sup>2</sup> in 12 Stunden	
	> 80 l/m <sup>2</sup> in 24 Stunden	
	> 90 l/m <sup>2</sup> in 48 Stunden	extrem ergiebiger Dauerregen
	> 120 l/m <sup>2</sup> in 72 Stunden	

Ereignis/Erscheinung	Schwellenwert	Bezeichnung
Schneefall	bis 5 cm in 6 Stunden bis 10 cm in 12 Stunden bis 15 cm in 24 Stunden bis 20 cm in 48/72 Stunden	leichter Schneefall
	In Lagen bis 800 Meter (Flachland): 5 bis 10 cm in 6 Stunden 10 bis 15 cm in 12 Stunden 15 bis 30 cm in 24 Stunden 20 bis 40 cm in 48/72 Stunden	Schneefall
	In Lagen über 800 Meter (Bergland): 5 bis 20 cm in 6 Stunden 10 bis 30 cm in 12 Stunden 15 bis 40 cm in 24 Stunden 20 bis 50 cm in 48/72 Stunden	
	In Lagen bis 800 Meter (Flachland): 10 bis 20 cm in 6 Stunden 15 bis 25 cm in 12 Stunden 30 bis 40 cm in 24 Stunden 40 bis 50 cm in 48/72 Stunden	starker Schneefall
	In Lagen über 800 Meter (Bergland): 20 bis 30 cm in 6 Stunden 30 bis 50 cm in 12 Stunden 40 bis 60 cm in 24 Stunden 50 bis 70 cm in 48/72 Stunden	
	In Lagen bis 800 Meter (Flachland): verbreitet > 20 cm in 6 Stunden > 25 cm in 12 Stunden > 40 cm in 24 Stunden > 50 cm in 48/72 Stunden	extrem starker Schneefall
	In Lagen über 800 Meter (Bergland): verbreitet > 30 cm in 6 Stunden > 50 cm in 12 Stunden > 60 cm in 24 Stunden > 70 cm in 48/72 Stunden	
Schneeverwehung	Neuschnee oder lockere Schneedecke 5 bis 10 cm und wiederholt Böen 6 oder 7 Bft	Schneeverwehung
	Neuschnee oder lockere Schneedecke > 10 cm und wiederholt Böen ab 8 Bft	starke Schneeverwehung
	Neuschnee oder lockere Schneedecke > 25 cm und wiederholt Böen ab 8 Bft	extrem starke Schneeverwehung

Tab. 3: Unwetterartige Niederschläge (Quelle: Warnkriterien des Deutschen Wetterdienstes)

## 1.4 Gewitter

Gewitter, meist begleitet von starken Winden und kräftigen Niederschlägen in Form von Regen oder Hagel, sind Entladungen zwischen unterschiedlichen elektrischen Feldern in der Atmosphäre – oder zwischen Atmosphäre und Erdoberfläche, die als Blitz (optisches Merkmal) und Donner (akustisches Merkmal) wahrgenommen werden.

Aufziehende Gewitter sind an den typischen, bedrohlich wirkenden schwarzblauen Wolken – Cumulonimbus genannt – zu erkennen. Einer positiven Ladung im oberen Teil einer Gewitterwolke steht eine negative Ladung im unteren Teil gegenüber. Analog verhält es sich mit den Temperaturen innerhalb der Wolke: Im positiven Ladungsbereich liegt sie bei ca. -30 °C, im negativen bei ca. -15 °C.

Dieses Temperaturgefälle verursacht starke Auf- und Abwinde mit hohen Geschwindigkeiten. Hierbei erfolgt ein Zusammenstoß der Wassertropfen und Eisteilchen. Dieser ist gemeinsam mit den wechselnden Aggregatzuständen des Wassers die Ursache des Auf- und Entladungsprozesses.

Entsprechend der Anzahl der elektrischen Entladungen wird die Intensität eines Gewitters beschrieben. Ein leichtes oder mäßiges Gewitter ist durch wenige oder regelmäßige Blitze charakterisiert. Bei einem starken Gewitter mit einer großen Anzahl von Blitzen können diese keinem Donner mehr zugeordnet werden.

## 1.5 Starkes Tauwetter

Eine Schneedecke taut ab, wenn die bodennahe Lufttemperatur den Gefrierpunkt überschreitet. Je größer dieser Temperaturunterschied ist, desto schneller taut die Schneedecke ab. Treten gleichzeitig ergiebige Niederschläge auf, wird der Abtauvorgang beschleunigt. Ist eine Wasseraufnahme des Erdbodens dann nicht möglich, weil der Boden z. B. gesättigt oder noch gefroren ist, fließt das Tau- und Regenwasser besonders schnell ab. In der Folge kann es zu Hochwasserereignissen an Fließgewässern kommen.

Tauwetter wird dann als Unwetter charakterisiert, wenn (ergiebiger) Dauerregen bei einer vorhandenen Schneedecke von über 15 cm eintritt.

## 1.6 Glätte

Eisablagerungen am Boden bzw. an Gegenständen werden mit dem Sammelbegriff Glätte bezeichnet. Hierbei unterscheidet man zwischen Eisglätte und Glatteisbildung. Eisglätte entsteht durch Gefrieren von Wasseransammlungen (z. B. Schmelzwasser). Das Gefahrenpotenzial bei dieser Glätteform besteht darin, dass mit dem Auftreten im Allgemeinen nicht gerechnet wird.

Glatteis ist das sofortige Gefrieren von unterkühltem Regen am Erdboden und an Gegenständen. Es tritt aber auch dann kurzzeitig auf, wenn die Wassertropfen nicht unterkühlt sind, aber auf unterkühlte Gegenstände oder gefrorenen Boden fallen, wobei mit sogenanntem Blitzeis zu rechnen ist.



## 2. Prävention – Begrenzung der Auswirkungen

### 2.1 Allgemeine präventive Maßnahmen

Um ausreichende Schutzmaßnahmen durchführen oder veranlassen zu können, ist eine frühzeitige Benachrichtigung oder Warnung unabdingbar. Über die Medien (Rundfunk, Presse, Internet) wird in der Regel frühzeitig vor dem Eintreten eines Unwetters gewarnt. Zusätzlich bieten verschiedene Internetportale die Möglichkeit an, über einen E-Mail-gesteuerten Verteildienst regional und zeitlich präzisierte Informationen zu erhalten. Beispiele sind die Unwetterwarnung des Deutschen Wetterdienstes ([www.dwd.de](http://www.dwd.de)) und die [Warn-App NINA](#) des Bundesamts für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe ([BBK](#)), in der Wetterwarnungen des Deutschen Wetterdienstes und Hochwasserinformationen der zuständigen Stellen der Bundesländer integriert sind. Im weiteren zeitlichen Verlauf sind die Unwetterwarnungen anhand der objektbezogenen Besonderheiten der Einrichtung zu bewerten und die notwendigen Schutzmaßnahmen zu veranlassen. Hierfür ist es notwendig, eine auf die gesamte Liegenschaft bezogene Risikoanalyse zu erstellen. In dieser sind, abhängig von den unterschiedlichen Unwetterszenarien, mögliche Schadensbilder zu ermitteln und Schutzmaßnahmen zu deren Vermeidung oder Begrenzung festzulegen. Zusätzlich sind reaktive Maßnahmen zu definieren, um die Auswirkungen eines bereits eingetretenen Schadens zu verringern.

Eine klare Zuweisung der Maßnahmen zu den Akteuren (personen- und/oder funktionsgebunden), unter Berücksichtigung der technischen und organisatorischen Voraussetzungen, stellt die Anwendbarkeit der präventiven und reaktiven Maßnahmen sicher. Bei der Beschreibung der Maßnahmen ist auf den Selbstschutz der Akteure zu achten. Ergänzend zur Risikoanalyse ist ein Anlagen- und Bauteilkataster zu erstellen, das z. B. Angaben über die konstruktive Ausführung, zulässige Belastungen, verwendete Materialien und ggf. notwendige (wiederkehrende) Prüfungen enthält.

Ebenso ist eine Aufstellung der ortsansässigen Baufirmen und kurzfristig verfügbaren weiteren Dienstleister sowie vorhandener Notfallmaterialien zu empfehlen (siehe Kapitel [Allgemeines Sicherheitsmanagement](#)).



## 2.2 Präventive Maßnahmen gegen Sturmschäden

Stürme oder Orkane sind nicht abwendbare Ereignisse. Ausgehend von der Bauweise bzw. Gebäudelage können nachfolgende Bauten als besonders sturmgefährdet betrachtet werden:

- alle einzeln stehenden Gebäude sowie Bauwerke, die aus einer geschlossenen Bebauung herausragen
- Bauten mit großen Dach- und Fassadenflächen
- Bauten mit unregelmäßigen Formen der Außenwand- oder Dachflächen
- Bauwerke, die geöffnete Fassadenflächen (z. B. Tore) aufweisen

Durch präventive Maßnahmen ist es möglich, Sturmschäden mittel- und langfristig zu minimieren oder gar auszuschließen. Insbesondere bei Dächern und Fassaden kann schon durch eine regelmäßige Kontrolle und Wartung verschiedener Bau- und Anbauteile das Schadensrisiko minimiert werden. Dabei sind nachfolgende Kontrollschrupunkte (in Anlehnung an die VdS-Richtlinie 2089) zu setzen:

- aus der Verankerung gerissene Blitzableiter
- beschädigte, lose oder abgerissene Teile, Blasen oder Risse in der Dachhaut
- fehlende oder beschädigte Dachziegel oder Dachplatten und Verankerungen
- Risse oder Abplatzungen an Schornsteinköpfen, -abdeckungen und -einfassungen
- gelockerte Befestigungen von Antennenanlagen
- Risse im Außenmauerwerk
- schadhafte Dachüberstände, Schädlings- oder Fäulnisbefall im Holz
- lose Schneefanggitter
- undichte Dachfenster und Luken

- abgerissene oder verbogene Dachrinnen und Regenfallrohre
- unregelmäßige Kiesschüttung
- fehlende oder beschädigte Dachrandeinfassungen
- gelockerte Lichtkuppeln
- gelockerte Befestigungen bzw. Abspannungen von Dachaufbauten
- nur lose verbundener Fassadenschmuck z. B. in Form von Bauplastiken
- mit dem Bauwerk nicht ausreichend verbundene Werbeträger (z. B. Fahnenhalterungen, Hinweis- und Werbeschilder)

Eine weitere präventive Maßnahme zur Vermeidung von Sturmschäden ist die Sicherung von leichten und beweglichen Gegenständen im Außenbereich (z. B. Tische, Stühle, Kübelpflanzen, Werbeaufsteller, Schilder, Absperrungen, Bauzäune usw.). Umknickende Bäume bzw. abbrechende Äste stellen ein zusätzliches Gefahrenpotenzial dar. Durch regelmäßige fachkundige Begehungen und Kontrollen sowie eine entsprechende Grünpflege können diese Gefahren begrenzt werden.

In Vorbereitung auf eine drohende Unwetterlage kann durch eine auf die bauliche Struktur abgestimmte Vorhaltung von Baumaterialien (z. B. Platten, Folien, Bleche) und Werkzeugen ein eingetretener Sachschaden begrenzt und somit Folgeschäden vermieden werden.

### 2.3 Präventive Maßnahmen gegen Schäden durch Niederschläge und Tauwetter

Extreme Niederschläge in Form von Starkregen bzw. Dauerregen, aber auch starkes Tauwetter, verursachen örtliche Überflutungen und Hochwasser an Fließgewässern sowie situationsbedingt verschiedene Folgeerscheinungen wie z. B. rückstauendes Wasser infolge einer Überlastung des Kanalsystems oder erhöhte Grundwasserstände. Diese führen nicht nur zu Schäden an baulichen und technischen Strukturen, sondern stellen auch eine Gefahr für Personen dar (siehe Kapitel [Flut](#)).

Das Thema Niederschläge beinhaltet einen weiteren Gefahrenschwerpunkt: Durch starken Schneefall bzw. auch durch Schneeverwehungen können erhebliche Belastungen auf einzelne Bauteile wie z. B. Dächer, Oberlichter usw. oder auch auf die

Gebäudestruktur einwirken. Der Einsturz von Dächern infolge von Schneelast ist daher ein nicht zu unterschätzendes Risiko.

Um die maximale Schneehöhe auf Dächern bestimmen zu können bzw. den Zeitpunkt einer Schneebeseitigung festzulegen, ist es unerlässlich, die Traglastkapazitäten (Verkehrslasten) der Dachkonstruktion zu kennen. Unter Berücksichtigung dieser Angaben sowie der Zustandsform des Schnees kann anhand von Tabelle 4 ermittelt werden, welche zulässigen Höhen nicht überschritten werden dürfen. Für die Ermittlung dieser Angaben sollte ein Fachingenieur oder bei öffentlichen Gebäuden die zuständige Bau- und Liegenschaftsverwaltung zurate gezogen werden.

Schneeart	Gewicht pro m <sup>3</sup>	Schneehöhe von 100 kg pro m <sup>2</sup>
trockener, lockerer Neuschnee	30–50 kg	ca. 2–3 m
gebundener Neuschnee	50–100 kg	ca. 1–2 m
stark gebundener Neuschnee	100–200 kg	ca. 0,5–1 m
trockener Altschnee	200–400 kg	ca. 25–50 cm
feuchtnasser Altschnee	300–500 kg	ca. 20–35 cm
Eis	800–900 kg	ca. 11–12 cm dick

**Tab. 4:** Gewichte in Abhängigkeit der Schneeart (Quelle: Niederösterreichischer Zivilschutzverband, Safety Ratgeber Wetterbedingte Naturgefahren, [www.noezsv.at](http://www.noezsv.at))

Unter Berücksichtigung der Traglastkapazitäten ist abzuwägen, ab welcher Schneehöhe vorsorglich die Dachfläche zu beräumen ist. Wird eine Beräumung für notwendig erachtet, sollten nachfolgende Grundsätze zur sicheren Durchführung eingehalten werden:

- Vor dem Betreten der Dachfläche ist zu prüfen, ob zusätzliche Belastungen noch aufgenommen werden können. Zur Beurteilung, ob ein sicheres Betreten möglich ist, ist im Zweifelsfall ein Fachmann (z. B. Statiker) hinzuzuziehen.
- Auf arbeitsschutzrelevante Aspekte ist zu achten, da unter Umständen Dächer von Altbauten nicht immer zu begehen sind. Es besteht Absturzgefahr bei nicht durchtrittsicheren Dacheinbauten (z. B. Lichtkuppeln, Lichtbänder) sowie im Dachrandbereich/Dachüberstand. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Dacheinbauten mit Schnee verdeckt sein können. Ebenfalls sind sichere Aufstiegsmöglichkeiten zu gewährleisten.



- Bei der Beräumung des Daches ist die Statik der Stütz- bzw. Dachkonstruktion zu beachten. Eine einseitige Beräumung kann unter Umständen zu Stabilitätsproblemen führen, da die Fläche dann nicht gleichmäßig entlastet wird. Auch hier ist die Einbindung eines Fachmanns sinnvoll.
- Um das Räumpersonal vor Absturz zu schützen, sind wirksame Schutzmaßnahmen (z. B. Absturzsicherung) vorzusehen. Die Einbindung der Fachkraft für Arbeitssicherheit wird empfohlen.
- Die Abwurfstellen im Bereich öffentlicher Verkehrsflächen sind zu sichern.

Es empfiehlt sich, frühzeitig vor Einbruch der Wintersaison die vorgenannten Grundsätze zu durchdenken bzw. umzusetzen. Für den Fall, dass man personell und technisch nicht in der Lage ist, die Beräumung durchzuführen, kann ein entsprechendes Unternehmen hiermit beauftragt werden (Wartungsvertrag). Eine Arbeitshilfe für die Planung einer sicheren Schneeräumung auf Dachflächen bietet die DGUV Information 212-002 (Herausgeber: DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.).

Nach einer langen Winterperiode mit hohen Schneebelastungen ist es empfehlenswert, die Dachfläche und -konstruktion einer Inspektion durch entsprechendes Fachpersonal zu unterziehen. Hierbei sollte der gesamte Zustand der Konstruktion auf folgende Mängel kontrolliert werden:

- Beschädigung der Dachhaut (Undichtigkeiten)
- Trittsicherheit der Dacheindeckung
- Schädlingsbefall von Holzkonstruktionen (z. B. Pilzbefall)
- Wasserflecken aufgrund von Kondensatbildung
- allgemeine Beschädigung der Stützkonstruktion (Dachstuhl)
- Korrosion von metallischen Tragwerkskonstruktionen

Schneefall in Kombination mit mäßigen oder starken Winden stellt bei undichter Dachhaut eine weitere Gefahrenquelle dar. Bei originalen historischen Dächern ohne abgedichtete Dachhaut kann Schnee, sogenannter Flugschnee, durch Verwirbelung in



die Dachhaut eindringen und sich dort ablagern. Um das Eindringen von Tauwasser zu vermeiden, ist eine rasche Beseitigung zu gewährleisten. Durch eine regelmäßige Begehung der Bereiche sowie frühzeitige Beseitigung können weitere Schäden ausgeschlossen werden.

Einrichtungen in lawinengefährdeten Regionen sollten unter Hinzuziehung von Experten ihr Risiko bewerten und geeignete Schutzmaßnahmen treffen.

Eine weitere Form des festen Niederschlags ist Hagel. Starke Aufwinde in den Gewitterwolken verhindern, dass kleine Regentropfen aus der Wolke nach unten fallen. Die Tropfen werden immer wieder nach oben transportiert, gefrieren und neues Eis wird angelagert. Können die Eiskörner von den Aufwinden nicht mehr gehalten werden, fallen diese als kalte Tropfen, Graupel (Eiskörner < 5 mm) oder Hagel (Eiskörner > 5 mm) zu Boden.

Je stärker die Aufwinde in der Gewitterwolke sind, desto größer können die Hagelkörner werden. Extremfälle mit einem Durchmesser bis zu 8 cm als Einzelkörner sowie ca. 10 cm große Hagelkonglomerate sind möglich.

In Abhängigkeit des Korndurchmessers steigt das Gefahren- bzw. Schadenspotenzial. Im Extremfall können Hagelkörner Dächer und Glasflächen durchschlagen, ebenso sind Schäden und Zerstörungen an Grünanlagen und Objekten im Außenbereich möglich. Fällt der Hagel in kleinen Körnern, können zusätzlich lokale Überflutungen entstehen.

Um schützenswerte Objekte vor Schäden zu bewahren, empfiehlt sich der Einsatz von Hagelschutznetzen und -planen. Ebenso können bewegliche Güter in Sicherheit gebracht werden (siehe oben Sturm).

Zur Gewährleistung der Gebäudesicherheit sollten bei Neubauten und – falls möglich – bei Sanierungen Elemente der Gebäudehülle wie Fenster, Dachverglasungen, Oberlichter usw. aus hagelresistenten Materialien eingebaut werden.

## 2.4 Präventive Maßnahmen gegen Schäden durch Gewitter

Begleiterscheinungen starker Gewitter sind neben Stürmen und ergiebigen Niederschlägen auch auftretende elektrische Entladungen (Blitze).

Folgen eines Blitzeneinschlags können neben Bränden, ausgelöst durch Kurzschlüsse im Elektronetz, auch Verletzungen von Personen sowie Explosionen sein. Wird beispielsweise ein Baum von einem Blitz getroffen, verdampft durch die große Hitze das im Baum vorhandene Wasser und es kann zu explosionsartigen Erscheinungen kommen. Durch die Installation eines Blitzableiters können Gebäude vor Schäden durch Blitz einschlag geschützt werden. Eine norm- und fachgerechte Montage sowie eine entsprechend den baulichen Gesetzmäßigkeiten wiederkehrende Prüfung/Wartung bilden hierfür eine wesentliche Voraussetzung.

Um Personenschäden auszuschließen, sind folgende Verhaltensweisen zu beachten:

- möglichst von Wasserhähnen oder Duschen fernhalten
- während des Gewitters keine Feuchtarbeiten durchführen
- nicht mit einem schnurgebundenen Festnetztelefon telefonieren
- Fenster und Türen schließen
- Gas-, Wasser- und Heizungsrohre nicht berühren
- von elektrischen Einrichtungen mindestens einen Meter Abstand halten

*Thomas Knippschild*



Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)

# 13

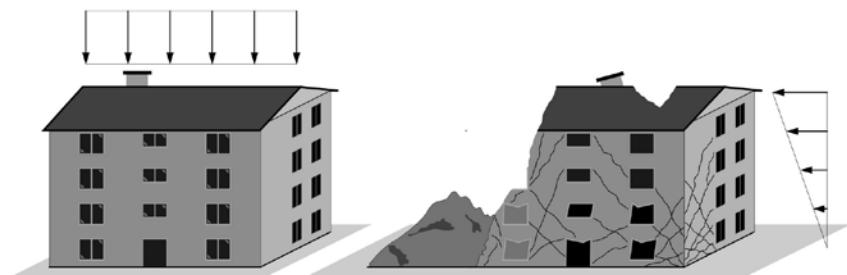
## erdbeben



# 13 | ERDBEBEN

**Kulturgut ist in Deutschland nur regional der Gefahr durch Erdbeben ausgesetzt. Befindet sich die eigene Einrichtung in einer als erdbebengefährdet eingestuften Zone – vor allem im Südwesten Deutschlands und in der Gegend westlich von Köln – oder in einer (ehemaligen) Bergbauregion, sollten vorbeugende Maßnahmen wie erdbebensicheres Bauen bzw. Ertüchtigen oder Erdbebenschutz für mobiles Kulturgut ergriffen werden.**

Warum sind Erdbeben für Bauwerke so gefährlich? Sie erzeugen schwerwiegende Schäden bis hin zum Einsturz von Gebäuden, weil sie enormen horizontalen Druck auf die Tragwerke eines Gebäudes ausüben. Normalerweise werden Bauwerke fast nur vertikal beansprucht (Gewichte, Auflasten usw.). Hinsichtlich des horizontalen Widerstands weisen sie häufig Konstruktionsschwächen auf (Abb. 1).



**Abb. 1:** Erdbeben sind für Bauwerke gefährlich, weil sie sehr großen horizontalen Druck ausüben. (Lestuzzi, P.: Séismes et Construction. Eléments pour non-spécialistes. Lausanne, 2008)

## 1. Typische Erdbebenschäden an Gebäuden

Nach einem Erdbeben werden stets ähnliche Schäden an Tragwerken erkennbar, die in den meisten Fällen auf Fehler und Mängel im konzeptionellen Entwurf des Tragwerks zurückzuführen sind. Diese Schäden treten vor allem aufgrund folgender Mängel auf:

- Ungenügende horizontale Aussteifung
- Sogenanntes weiches Geschoss
- Nichttragende Bauteile
- Aufeinanderprallen benachbarter Gebäude
- Bodenverflüssigung

### 1.1 Ungenügende horizontale Aussteifung

Um horizontalen Einwirkungen, wie sie bei einem Erdbeben entstehen, standhalten zu können, ist die horizontale Aussteifung entscheidend. Sie benötigt vertikale Bauteile (z. B. Wände, Rahmen, Fachwerk), die in der Lage sind, horizontale Kräfte aufzunehmen, ohne sich zu stark zu verformen – sie benötigen also die entsprechende Steifigkeit.

Auch in Gebieten mit erhöhter Erdbebengefährdung ist immer noch eine große Anzahl von Gebäuden mit unzureichender horizontaler Aussteifung zu finden (Abb. 2a und 2b). Die Auswirkung einer solchen Schwachstelle ist katastrophal, da sie oft zu einem kompletten Einsturz des Gebäudes führt.



**Abb. 2a:** Izmit 1999. Foto: P. Lestuzzi, SGEB-Erkundigungsmission



**Abb. 2b:** Kobe 1995. Foto: Architectural Institute of Japan



## 1.2 Weiches Geschoss

Ein weiches Geschoss (engl. soft story) gehört zu den weitverbreiteten Schwachstellen und führt bei einem Erdbeben zum Einsturz eines großen Teils des Gebäudes. In vielen Ländern, leider oft auch in stark erdbebengefährdeten Gebieten, werden im Erdgeschoss die in den Obergeschossen vorhandenen Aussteifungselemente weggelassen und dafür Stützen angeordnet, um Platz für Geschäfte zu haben. Diese Anordnung ist sehr ungünstig in Bezug auf die Erdbebeneinwirkung, da die Stützen die Erschütterungen oft nicht aufnehmen können und versagen.



**Abb. 3a und 3b:** Weiches Geschoss oder „soft story“, Izmit 1999. Fotos: P. Lestuzzi, SGEB-Erkundungsmision

## 1.3 Nichttragende Bauteile

Auch nichttragende Bauteile können große Schäden anrichten. Bei moderaten Erschütterungen sind die Schäden an nichttragenden Bauteilen sogar für den größten Teil der finanziellen Verluste verantwortlich. Während der Entwurfsphase sind diese Bauteile daher unbedingt zu berücksichtigen, insbesondere weil sie auch zum Einsturz des Tragwerks führen können (z. B. kann eine Teilausfachung in einem Rahmentragwerk zum Schubbruch der Stützen führen).

Während eines Erdbebens heruntergefallene Fassadenelemente können schwere Schäden verursachen, die Zugänge für Rettungskräfte versperren und das Leben von Personen auf der Straße gefährden. Die Verankerungen der Fassadenelemente müssen daher nicht nur für vertikale Lasten, sondern auch für horizontale Einwirkungen ausgelegt sein.



**Abb. 4a und 4b:** Heruntergefallene Fassadenelemente, Kobe 1995. Foto 4a: Architectural Institute of Japan, Foto 4b: T. Wenk, SGEB-Erkundungsmission

#### 1.4 Aufeinanderprallen benachbarter Gebäude

Erdbeben erzeugen sehr große Verformungen und können daher zu einer Kollision benachbarter Gebäude führen. Dies ist besonders gefährlich, wenn die Geschossdecken auf unterschiedlicher Höhe liegen und gegen Stützen stoßen.



**Abb. 5a und 5b:** Aufeinanderprallen benachbarter Gebäude, Izmit 1999. Fotos: P. Lestuzzi, SGEB-Erkundungsmission



## 1.5 Bodenverflüssigung

Feine sandige oder lehmige Böden können sich bei starken Erschütterungen wie eine Flüssigkeit verhalten, wenn diese Böden mit hohem Wassergehalt verbunden sind.

Dieses Phänomen wird als Bodenverflüssigung bezeichnet. Gebäude können dann absinken oder umkippen.



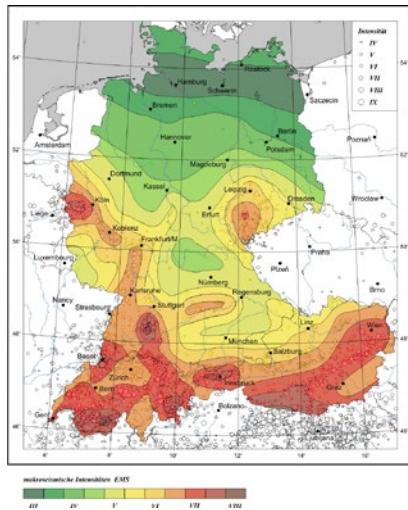
Abb. 6a und 6b: Bodenverflüssigung, Izmit 1999. Fotos: P. Lestuzzi, SGEB-Erkundungsmission

## 2. Erdbebengefährdung

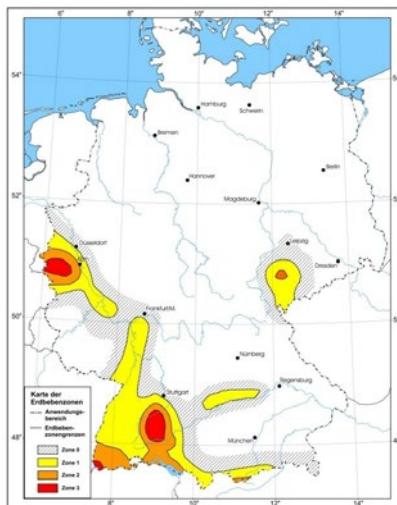
Unter Erdbebengefährdung versteht man die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Erdbeben zu erwarten ist. Sie wird üblicherweise für eine Wiederkehrperiode von 475 Jahren angegeben. Diese Wiederkehrperiode entspricht einer Überschreitungs-wahrscheinlichkeit von 10 % in 50 Jahren. 50 Jahre werden als pauschale Nutzungsdauer eines Gebäudes angenommen. Die Erdbebengefährdung wird üblicherweise durch Gefährdungskarten dargestellt. Die Gefährdungskarten können zum Beispiel die makroseismische Intensität zeigen (Abb. 7).

Bei Normenwerken werden üblicherweise die Maximalwerte der horizontalen Bodenbeschleunigung in den verschiedenen Erdbebenzonen vorgeschrieben (Abb. 8).

Die Norm DIN 4149 (2005) unterteilt Deutschland in vier Erdbebenzonen (Zone 0, 1, 2 und 3, Abb. 8). Für die Erdbebenbemessung werden folgende Werte der horizontalen Bodenbeschleunigung vorgeschrieben:



**Abb. 7:** Erdbebengefährdung für Deutschland, Österreich und Schweiz (H. Bachmann: Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten – Grundsätze für Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden. Richtlinien des BWG. Bern, 2002)



**Abb. 8:** Erdbebengefährdung für Deutschland (DIN 4149): Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten. Berlin 2005

- Für Erdbebenzone 0 wird kein Beschleunigungswert angegeben.
  - Erdbebenzone 1: 0,4 m/s<sup>2</sup>
  - Erdbebenzone 2: 0,6 m/s<sup>2</sup>
  - Erdbebenzone 3: 0,8 m/s<sup>2</sup>

Der Großteil Deutschlands gilt als nicht erdbebengefährdet. Die am stärksten gefährdeten Gebiete der Zone 3 liegen um Basel und Aachen sowie auf der Schwäbischen Alb und in der Nähe von Chemnitz.

### 3. Vorbeugende Maßnahmen

#### 3.1 Erdbebensicheres Bauen

Es gibt Bauweisen, die sich bei einem Erdbeben positiv auf die Stabilität des Bauwerks auswirken, indem sie bei einer horizontalen Belastung große Verformungen zulassen. Folgende Bauweisen können bei entsprechender Konstruktion und Ausführung als erdbebengerecht eingestuft werden:

- Stahlbauten
- Stahlbetonkonstruktionen in Ortbetonbauweise (d. h. der flüssige Beton wird erst vor Ort auf der Baustelle verarbeitet)
- Stahl-Stahlbeton-Verbundbauweise
- Holzbauweise
- Fachwerk

Berücksichtigt werden sollten folgende Konstruktionsprinzipien, die bei Erdbebenbelastungen einen höheren Widerstand aufweisen:

- Redundante Bauteile (zusätzliche, im Normalfall nicht benötigte Bauteile, die bei Versagen des eigentlichen Bauteils dessen Funktion übernehmen)
- Symmetrische Grundrisse der Gebäude ([Skizze Grundrissgestaltung](#), unter [www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de), Kapitel Erdbeben, Einführung)
- Anordnung vertikal durchlaufender massiver Kerne ([Skizze Aufrissgestaltung](#), unter [www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de), Kapitel Erdbeben, Einführung)
- Horizontale Aussteifungen, z. B. durch Schubwände
- Duktile (d. h. nicht spröde) Materialien und Verbindungen, die sich bei Belastungen verformen anstatt zu brechen

### 3.2 Erdbebenschutz für mobiles Kulturgut

Der Schutz eines Bauwerks vor Erdbeben ist die wichtigste Maßnahme, um die dort untergebrachten Sammlungen zu bewahren. Es sind jedoch weitere Vorrangshierarchien im Inneren des Gebäudes zum Schutz des mobilen Kulturguts erforderlich. Zunächst ist darauf zu achten, dass sämtliche Objekte inventarisiert sind, damit im Fall eines Schadens festgestellt werden kann, was zerstört wurde.

In erdbebengefährdeten Regionen muss mobiles Kulturgut speziell gelagert werden. Ausgestellte Objekte müssen gut aufgehängt oder befestigt sein. In Bibliotheken, Archiven und Museumsdepots sind Regale, evtl. auch Schränke, an der Wand oder an der Decke zu befestigen, um ein Umkippen zu verhindern. Die Objekte in den Regalen sollten vor dem Herausfallen geschützt werden; dies kann durch vorgesetzte Glasscheiben oder Riegelkonstruktionen geschehen. In stark erdbebengefährdeten Regionen kann man mögliche Schäden durch Umfallen durch weiche Regalbodenauflagen minimieren. Schubkästen sollten so konstruiert sein, dass sie sich nicht von selbst öffnen können.

### 3.3 Sicherheit für Personen

Während eines Erdbebens fehlt die Zeit, aus einem Gebäude zu fliehen, daher wird empfohlen, unter einem Tisch oder in der Öffnung einer Tür Schutz zu suchen. Nach dem Erdbeben ist es hingegen besonders wichtig, dass Personen ein beschädigtes Gebäude schnell verlassen können. Dazu dienen eingebaute oder eingerichtete erdbebensichere Fluchtwege. Diese müssen immer einfach erreichbar sein und Gegenstände oder nichttragende Elemente (auch Schutt nach einem Erdbeben) dürfen den Weg nicht blockieren.

Viele Menschen wissen nicht, wie sie sich während eines Erdbebens verhalten sollen. Es wird empfohlen, das Personal darüber zu informieren, was im Fall eines Erdbebens zu tun ist, um den Besucherinnen und Besuchern zu helfen. Verhaltensregeln während eines Erdbebens sollten schriftlich festgehalten werden.

*Mylène Devaux und Pierino Lestuzzi*



Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)



14

gewalttaten



# 14 | GEWALTTATEN

Flashmobs, Hooligans und Terroristen stellen Kultureinrichtungen vor Herausforderungen, auf die sie selten vorbereitet sind. Über soziale Medien lassen sich Krawalle oder Ausschreitungen leicht und schnell organisieren. Solche Störungen der öffentlichen Ordnung können Kulturgut direkt schädigen, noch gefährlicher sind jedoch die indirekten Folgen, wenn z. B. Gebäude, technische Infrastruktur oder Kommunikationssysteme beschädigt werden oder ausfallen.

Seit dem Ende des Kalten Krieges haben sich neue Konfliktformen entwickelt, bei denen die Grenzen zwischen Krieg und Frieden unscharf werden: asymmetrische Kriege (souveräne Staaten treffen auf nicht-staatliche Akteure) und hybride Bedrohungen (Grenzen zwischen Krieg und Frieden werden verwischt und die Rolle eines Angreifers bzw. einer Konfliktpartei verschleiert). Dazu kommt der international agierende Terrorismus, der sich vorwiegend „weiche“ und symbolische Anschlagsziele sucht, zu denen auch das Kulturgut und die es bewahrenden Einrichtungen gehören.

Auf drei grundlegende Bedrohungen müssen sich Museen, Archive und Bibliotheken einstellen:

- **Störung der öffentlichen Ordnung:** Begleiterscheinungen von außer Kontrolle geratenen Großveranstaltungen oder Demonstrationen, Krawalle, Anarchie
- **Bewaffnete Konflikte:** Krieg, asymmetrischer Krieg, hybride Kriegsführung und Bürgerkrieg
- **Terror:** Bombendrohungen und gezielte Anschläge

Bei derartigen Extremsituationen helfen Risikovorsorge und Notfallplanung, Gefahren abzuwehren und Schäden zu minimieren – insbesondere, wenn dies in ein umfassendes Notfallkonzept integriert ist.

Nach dem Ende des Kalten Krieges wurde auch in Museen, Archiven und Bibliotheken oftmals auf vorhandene Schutzvorkehrungen verzichtet und diese als „Friedensdividende“ eingespart.

Durch die Kriege im ehemaligen Jugoslawien wurde dieses Grundgefühl der Sicherheit vor kriegerischen Bedrohungen in Europa erstmals wieder erschüttert. Die Bundesregierung sieht inzwischen eine „neue Relevanz der Landes- und Bündnisverteidigung“ (Weißbuch zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr 2016, S. 139). Als Reaktion auf diese Entwicklungen wurde auch „Blue Shield“ als nichtstaatliche internationale Dachorganisation für Kulturgutschutz von Archiven, Bibliotheken, Denkmalpflege und Museen gegründet.

Eine zunehmende Bedrohung symbolischer Anschlagsziele stellt der internationale Terrorismus dar. Seit einigen Jahren sorgt der radikale Salafismus und speziell das Umfeld des „Islamischen Staates“, aber auch beispielsweise der Links- und Rechtsterrorismus für Aufmerksamkeit bei den Behörden. Die Gefahr von Terroranschlägen hat sich erhöht durch verdeckt eingereiste Kämpfer sowie durch Anhänger, die in ihre europäischen Herkunftsänder zurückgekehrt sind. Dabei ist nicht nur mit organisierten Terrorzellen zu rechnen, sondern auch mit Einzelpersonen, die sich über das Internet radikalisiert haben.

Eine Neubewertung erfordern auch die Gefahren für Kultureinrichtungen im Fall von Störungen der öffentlichen Ordnung durch heftige soziale Proteste, nach den Sturz autokratischer Regime oder nach Naturkatastrophen. Auch in Deutschland wird Gewaltbereitschaft beobachtet: Neben der Hooliganszene gibt es weitere gesellschaftliche Phänomene, wie Flashmobs, „Jugendrandale“ und Krawalltourismus, bei denen es zu Plünderung, Zerstörung und Konfrontation mit den Sicherheitskräften kommt.

Die konkrete Bedrohung des Kulturguts resultiert aus:

- gezielter Zerstörung oder Entwendung
- billigender Zerstörung oder Beschädigung („Kollateralschaden“)
- unbeabsichtigter oder irrtümlicher Zerstörung
- Anarchie (z. B. Diebstahl, Raubgrabungen)
- Ausfall wichtiger baulicher und technischer Infrastruktur



Diese Risiken werden von vielerlei Faktoren wie der innen- und außenpolitischen Situation beeinflusst. Doch eine Kultureinrichtung kann auch selbst einen Anlass bieten, z. B. durch eine Ausstellung oder Veranstaltung zu einem umstrittenen Thema. In einem sensiblen Umfeld müssen also auch die Folgen einer eventuellen Provokation realistisch eingeschätzt werden.

Wohldurchdachte Vorsorge und Notfallplanung bieten auch gegen solche extern und intern bedingten Risiken Möglichkeiten zur Gefahrenabwehr und zur Schadensminimierung. Als Grundlage für die Risikobewertung empfiehlt es sich, solche Extrem-situationen in einem kleinen Team gedanklich durchzuspielen. So werden erste Einschätzungen zur spezifischen Gefährdungssituation gewonnen und mögliche Schwachpunkte identifiziert. Auf dieser Basis lassen sich Entscheidungen zum weiteren Vorgehen und zu den Prioritäten treffen.

Die frühzeitige Einbindung externer Spezialisten sowohl zur Gefährdungsanalyse als auch zur Notfallplanung ist sehr zu empfehlen. Bei Terror und der Gefährdung der öffentlichen Ordnung sind die Landeskriminalämter die ersten Ansprechpartner. In Bezug auf bewaffnete Konflikte können militärische Stellen der Bundeswehr zurate gezogen werden. Dies ist in der Regel das regional zuständige „Landeskommando“, die „zentrale Kommandobehörde der territorialen Wehrorganisation der Bundeswehr“. Es ist in der jeweiligen Landeshauptstadt stationiert und auch für „zivil-militärische Zusammenarbeit“ zuständig. Sollte am Standort der Kultureinrichtung eine andere militärische Einrichtung der Bundeswehr bestehen, kann auch diese für einen ersten Kontakt genutzt werden.

Jede Einrichtung sollte über einen Notfallplan verfügen, der alle Bedrohungen und ihre Folgen einbezieht. Störung der öffentlichen Ordnung, Terror und Krieg bedürfen zwar einer spezifischen Risikobetrachtung, aber bezüglich der Maßnahmen zur Prävention und zum Notfallmanagement gibt es viele Überschneidungen zu anderen Risiken für Kultureinrichtungen. Bei selten auftretenden und sehr speziellen Gefährdungen ist es entscheidend, dass auf die solide Basis eines allgemeinen Notfallmanagements zurückgegriffen werden kann (siehe Kapitel [Allgemeines Sicherheitsmanagement](#)). Im Zusammenhang mit Gewalttaten sind zusätzlich besonders die Gefährdungen **Vandalismus**, **Brand** und **Havarien/Unfälle** sowie Gebäudeversagen (siehe Kapitel [Erdbeben](#)) zu beachten (siehe entsprechende SiLK-Kapitel unter [www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)).



## 1. Störung der öffentlichen Ordnung

Es gibt ganz unterschiedliche Motive für eine Störung der öffentlichen Ordnung. Als Akteure kommen in- und ausländische Extremisten und Fundamentalisten infrage, aber auch autonome Gruppen, welche die Gesellschaftsordnung oder das staatliche Gewaltmonopol ablehnen und ein Recht auf Gewaltausübung für sich beanspruchen. Hinzu kommen Personen, für die Randale „Abenteuer“ oder „Freizeitvergnügen“ bedeuten (z. B. Fußballhooligans, „Krawalltouristen“).

Die Risikogruppe der Gewaltbereiten bekundet ihre Ablehnung in Demonstrationen, Aufmärschen oder auch Spontanaktionen. Sie ist meist gut organisiert, über moderne Kommunikationsmittel vernetzt und damit in der Lage, rasch Sympathisanten und Mitläufer zu aktivieren. Ihre Aktivitäten münden häufig in „politisch motivierter Kriminalität“ (z. B. Körperverletzung, Brandstiftung, Landfriedensbruch, Raub, Widerstandsdelikte) oder „Allgemeinkriminalität“ wie Sachbeschädigung, Nötigung/Bedrohung oder Propagandadelikte. Solche Gewalttaten werden entweder gezielt begangen, entwickeln sich aus Demonstrationen/Gegendemonstrationen/Aufmärschen heraus oder entstehen im Zuge öffentlicher Veranstaltungen.

Grundsätzlich können aber auch ganz andere Ereignisse oder Veranstaltungen Anlass für Krawalle, Tumulte oder Randale bieten, z. B. die Ausstellung eines umstrittenen Künstlers oder die Veranstaltung zu einem umstrittenen Thema. Kultureinrichtungen oder dort angesiedelte Projekte können somit durchaus direktes Ziel gewalttätiger Aktionen werden. Andererseits ist auch denkbar, dass Störer beispielsweise in eine Kultureinrichtung flüchten, um sich Angriffen gegnerischer Gruppen oder einem polizeilichen Zugriff zu entziehen. Neben politisch o. ä. motivierten Tätern muss eine Kultureinrichtung auch das Risiko bedenken, dass Menschenmassen außer Kontrolle geraten können, z. B. bei einer Open-Air-Veranstaltung oder wegen einer schlechten Logistik bei Events (z. B. Tag der offenen Tür, Museumsnacht). Flashmobs und gefälschte öffentliche Einladungen über Internet-Netzwerke bergen ein zusätzliches Gefahrenpotenzial.

### 1.1 Risikovorsorge gegen Störungen der öffentlichen Ordnung

Dieses Risikopotenzial sollte von Kultureinrichtungen in ihre Sicherheitsvorsorge einbezogen werden. Dabei sind gute Verbindungen zu den Genehmigungsbehörden für Demonstrationen und ähnliche Veranstaltungen hilfreich. Auf diese Weise ist die Einrichtung aktuell über Anträge von Risikogruppen und die Entscheidungen der Behörden informiert. Gegebenenfalls können dort auch Vorbehalte gegen Genehmigungen angemeldet werden. Gegen Ausschreitungen ist der regelmäßige Dialog mit der örtlich zuständigen Polizeibehörde eine unabdingbare Präventionsmaßnahme.



Dieser Kontakt unterstützt eine sachgerechte Risikoanalyse durch Bewertung der möglichen Gewaltbereitschaft der Antragsteller und kann möglicherweise eine als notwendig erachtete Personalabstellung vorbereiten.

Wird ein erhöhtes oder gar hohes Risiko festgestellt, gilt es, die erforderlichen Konsequenzen zu ziehen. Das kann z. B. eine Verschärfung der Zugangskontrollen, eine Personalverstärkung durch Einsatz eines Sicherheitsdienstes, eine vorübergehende Schließung der Einrichtung oder gar den Verzicht auf ein geplantes Vorhaben (Ausstellung, Veranstaltung) bedeuten. Unter Umständen kann auch ein Antrag auf polizeiliche Unterstützung geboten sein, z. B. durch verstärkte Präsenz im Nahbereich der Einrichtung oder gar Personalabstellung innerhalb der Einrichtung. Auf jeden Fall sollten gemeinsam mit Experten verschiedene Szenarien und angemessene Reaktionen durchdacht und erörtert werden, um bei Gewaltaktionen mit einem abgestuften Maßnahmenkatalog reagieren zu können.

Kommt es trotz Vorsorge zu Gewaltaktionen gegen die Einrichtung, das Kulturgut oder Personal und Besucher, kann durch Deeskalationsmaßnahmen, Absperrung bzw. Verschluss nicht betroffener Bereiche sowie Alarmierung der Polizei oder anderer Sicherheitskräfte versucht werden, die Lage wieder zu beruhigen bzw. die Störer/Gewalttäter an weiteren Aktionen zu hindern. Eine Dokumentation des Tathergangs und -ortes ist für die spätere Strafverfolgung sehr wichtig.

## 2. Terror

Es gibt keine allgemein anerkannte Definition für Terrorismus, da dessen Formen, Motive und Hintergründe sehr verschieden sind. Was von einer Seite als Terror eingestuft wird, kann von der Gegenseite als Aktion eines legitimen Befreiungskampfes verstanden werden.

Terroristen geht es in erster Linie darum, die zivile Ordnung des Staates und der Gesellschaft anzugreifen, zu erschüttern oder zu zerstören. Dies wird auf spektakuläre Weise versucht zu erreichen, indem „Ikonen“ der Politik und Wirtschaft, z. B. Gebäude, Symbole oder Personen, angegriffen werden. Mittelfristig mindestens ebenso effektiv ist es, die inneren Werte der Gesellschaft, z. B. die kulturellen Einrichtungen, zu attackieren.

Kulturgüter sind daher den sogenannten „Kritischen Infrastrukturen“ zugeordnet. In der „[Nationalen Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen \(KRITIS-Strategie\)](#)“ des Bundesministeriums des Innern wird dazu ausgeführt: „Eine symbolische Kriticalität kann eine Infrastruktur dann besitzen, wenn aufgrund deren kulturellen oder Identitä-



tät stiftenden Bedeutung ihre Zerstörung eine Gesellschaft emotional erschüttern und psychologisch nachhaltig aus dem Gleichgewicht bringen kann.“ (Ziffer 3, KRITIS-Strategie, [www.kritis.bund.de](http://www.kritis.bund.de)). Dabei geht es nicht nur um eine spektakuläre Totalzerstörung einer Kultureinrichtung, sondern auch um Raub oder „Entehrung“ eines symbolträchtigen Einzelobjekts durch Zerstörung oder Beschädigung.

Anlässe für einen Terrorakt können sein:

- die Ablehnung der Staatsordnung oder des Gesellschaftssystems
- die Ablehnung eines konkreten politischen Handelns (z. B. Einsatz der Bundeswehr im Ausland)
- die Ablehnung eines gesellschaftlichen Verhaltens, das mit eigenen Überzeugungen nicht im Einklang steht (z. B. Umgang mit Homosexualität), eine konkrete Ausstellung oder Veranstaltung, durch die sich jemand in seinen Gefühlen verletzt fühlt
- eine Ausstellung oder Veranstaltung, die mit einem politischen, religiösen oder gesellschaftlichen Gegner in Zusammenhang gebracht wird

## 2.1 Risikovorsorge gegen Terror

Auf eine Bombendrohung kann man sich noch am ehesten gezielt vorbereiten: durch Konsultation von Experten, Erarbeitung einer Handlungsanweisung und durch Mitarbeiterschulung. Terroristischen Aktionen gegen Kulturgut wirksam vorzubeugen, ist jedoch für das Personal einer Kultureinrichtung äußerst schwierig, da der Angreifer Ort, Zeit und Form seiner Aktion bestimmt. Im Notfallplan kann es daher weniger

darum gehen, einen Terrorakt zu verhindern, sondern möglichst wirksame Erst-/ Sofortmaßnahmen zu ergreifen. Ein enger und regelmäßiger Informationsaustausch mit den örtlichen Sicherheitsorganen gehört zu den erforderlichen Maßnahmen.

Periodische und fallbezogene Gesprächskreise sind notwendig, um Erkenntnisse auszutauschen und Vorhaben frühzeitig auch auf ihre mögliche terroristische Relevanz zu prüfen und zu bewerten. Wird ein erhöhtes oder gar hohes Risiko festgestellt, gilt es, die erforderlichen Folgerungen daraus zu ziehen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Das kann z. B. eine Verschärfung der Zugangskontrollen, eine vorübergehende Schließung der Einrichtung oder gar den Verzicht auf ein geplantes Vorhaben bedeuten.

### 2.1.1 Terror-Abwehrstrategie 1: Terrorgruppen analysieren

Wer sind die Terroristen? Was sind Ihre Motive und Ziele?

- inländisch/ausländisch
- politisch/ethnisch/religiös
- global/national/separatistisch/Anti-Minderheiten
- Revolution/Krieg/Vernichtung

Zumeist haben Terrorgruppen eine „Handschrift“, sei es aus praktischen Umständen, sei es aus Absicht (z. B. wegen PR/Image, Identität/Konkurrenz oder Stolz/Ehre).

Hierzu gehört meist auch die Vorliebe für bestimmte Ziele (z. B. Personen oder Objekte, VIP oder jedermann, „harte“ oder „weiche“ Ziele). Diese „Handschrift“ ist einer der wichtigsten Ansatzpunkte für Terrorexperten, mit deren Hilfe eingeschätzt werden kann, ob und in welcher Weise sich das jeweilige Kulturgut im Visier einer Terroristengruppe befindet.

### 2.1.2 Terror-Abwehrstrategie 2: Zielobjekt reflektieren

Es gibt drei unterschiedliche Bedrohungen, die spezifische Vorsorgemaßnahmen erfordern:

- Der direkte Angriff auf ein Kulturgut (Gebäude/Anlagen/Sammlungsgut)  
Vorsorge: Risikobewertung aus Sicht einer Terrorgruppe
- Die Folgen eines gezielten Angriffs in der Umgebung  
Vorsorge: Information von örtlichen Sicherheitskräften über die lokale Bedrohungslage, Vorsorgemaßnahmen und Einsatzstrategien einholen; dann Konsequenzen für das eigene Krisenmanagement ziehen
- Die Folgen eines Angriffs auf die Infrastruktur des Orts/der Region  
Vorsorge: Vorkehrungen laut Notfallplan erforderlich

### 2.1.3 Terror-Abwehrstrategie 3:

#### Sich auf spezifische Gefährdungstechniken vorbereiten

Die spezifischen Angriffsmuster der Terroristen sind:

- versteckte Bomben (mit Fernzündung oder Auslöser)
- Autobomben (in stehenden Fahrzeugen oder in ein Gebäude rasend)
- Bombendrohung
- Anschläge mit biologischen/chemischen Waffen
- Selbstmordattentäter
- Verschleppung, Geiselnahme, Entführung

Kultureinrichtungen haben nur sehr begrenzte Möglichkeiten, sich mit dauerhaften Maßnahmen hinreichend vor diesen spezifischen Bedrohungen zu schützen. Zu nennen sind lediglich die bewährten Sicherheitsmaßnahmen der Wachsamkeit und Kriminalitätserschwerung, wie Kontrollrundgänge am Ende der Öffnungszeit, Garderobenzwang (Mantel, Taschen u. a.), Achten auf herrenloses Gepäck, Schließfachkontrollen (z. B. Sichtfenster) und Videoüberwachung.

Die aufwendigen Sicherheitsmaßnahmen, die Botschaften, Banken oder Flughäfen anwenden, wie Detektoren, Personenkontrollen, Sicherheitszonen und -schleusen und bewaffnetes Wachpersonal, kommen für Kultureinrichtungen nur in Ausnahmefällen in Betracht. Sie sind teuer und bautechnisch in Altbauten kaum zu realisieren. Außerdem beeinträchtigen solche Maßnahmen das Wohlfühlgefühl der Besucherinnen und Besucher. Für die einfachen wie für die aufwendigen Sicherheitsmaßnahmen gilt gleichermaßen: Sie wollen primär vor anderen Gefahren schützen und sind Teil eines übergreifenden Sicherheitskonzepts, dennoch entfalten sie ihre Schutzwirkung auch gegen Terroristen.



## 2.1.4 Terror-Abwehrstrategie 4: integriertes Sicherheitskonzept

Die Grenzen zwischen Terrorismus und anderen extremen Gefährdungen sind sehr unscharf. Mega-Havarien (z. B. Flugzeugabsturz, Bruch von Hochwasserdämmen oder Staumauern) oder Infrastrukturausfall (z. B. Sabotage des Stromnetzes oder Internet-Blockade) können auch von Terroristen herbeigeführt werden. Wer sich vor Terrorismus schützen will, braucht daher ein integriertes Sicherheitskonzept, das die situationsunabhängigen Aspekte und Maßnahmen mit der Spezifik der verschiedenen Bedrohungsszenarien verknüpft.

## 3. Bewaffnete Konflikte – „Neue Kriege“

Bewaffnete Konflikte gehören zu den größten Gefahren für Kulturgut jeglicher Art. Der Zerfall Jugoslawiens und die Krise in der Ukraine zeigen die Rückkehr „klassischer“ Machtpolitik auch unter Einsatz militärischer Mittel. Ein anderes Merkmal der klassischen Machtpolitik ist die „hybride Kriegsführung“, bei der die Grenzen zwischen Krieg und Frieden verwischt werden und die Rolle eines Angreifers bzw. einer Konfliktpartei verschleiert wird.

Andere Merkmale „neuer Kriege“ sind „Entstaatlichung“ durch die Privatisierung kriegerischer Gewalt z. B. durch die Beteiligung von „Kriegsunternehmern“, Söldnerfirmen oder „Warlords“ oder auch das Phänomen der Ungleichheit der Kriegsparteien, wenn z. B. souveräne Staaten in einem Krieg auf nichtstaatliche Akteure treffen. Dabei ergeben sich Asymmetrien in Ausrüstung und Befähigung zu komplexen militärischen Operationen („asymmetrischer Krieg“). Es gibt keine Fronten, es kommt kaum zu größeren Gefechten und zur Abnutzung der militärischen Kräfte. Stattdessen richtet sich die Gewalt vorrangig gegen die Zivilbevölkerung. Ein weiteres Merkmal solcher Kriege ist die Verselbstständigung militärischer Gewalt, wenn reguläre Streitkräfte zunehmend in die Defensive geraten. Die scheinbar schwächere Konfliktpartei übernimmt die Initiative, während der staatliche Akteur die Kontrolle über das Geschehen verliert. Aber auch nichtstaatliche Konfliktparteien müssen ihre Kämpfer versorgen, ausrüsten und entlohen. Dazu bedient man sich häufig illegaler Aktivitäten wie Drogenhandel, Menschenhandel, Erpressung von Schutzgeld oder Piraterie. Die Grenzen zwischen Kriegspartei und organisierter Kriminalität verschwimmen und die Akteure gewinnen die Erkenntnis, dass sich auf diesem Weg beachtlicher Reichtum ansammeln lässt. Der ursprüngliche Anlass des Konflikts tritt in den Hintergrund und die Bekämpfung des militärischen Feindes wird zur Nebensache. Der militärische Konflikt hat sich verselbstständigt und das Interesse an einem militärischen Sieg schwindet, um den eigenen Reichtum nicht zu gefährden.



Nichtstaatliche Konfliktparteien unterstellen sich nicht dem Völkerrecht und nehmen damit auch keine Rücksicht auf den Schutz von Kulturgut. Es wird vielmehr ebenfalls zur Finanzierung des Krieges genutzt. Bei Kämpfen, die auch oder sogar vorrangig gegen die kulturelle Identität des Gegners gerichtet sind, kann die Gefährdung von Kulturgut zur primären Absicht werden. In allen anderen bewaffneten Konflikten erfolgt die Gefährdung als nicht beabsichtigte „Begleiterscheinung“ (Kollateralschaden).

Begleitrisiken in einem bewaffneten Konflikt sind Diebstähle, die sowohl von einer Konfliktpartei veranlasst werden können („Beutekunst“) als auch durch Einzelpersonen/Gruppen erfolgen können („Kriegssouvenir“). Weitere Begleiterscheinungen sind Raubgrabungen, deren Funde oft über den illegalen Handel mit Kulturgut zur Finanzierung der Konflikte beitragen, Zerstörung von Kulturgut bei Gefechten/Angriffen, Verwahrlosung durch fehlende Infrastruktur und/oder Personal, Diebstahl infolge von Armut/Not.

### **3.1 Risikovorsorge gegen bewaffnete Konflikte**

Die gegenwärtige politische Situation in Europa lässt einen „herkömmlichen“ Krieg, der Deutschland bedroht, eher unwahrscheinlich erscheinen. Auch andere Formen eines bewaffneten Konflikts scheinen in der überschaubaren Zukunft nicht naheliegend, sie sollten aber dennoch bei der Risikoanalyse nicht ausgeblendet werden. Vorbeugende Maßnahmen für bewaffnete Konflikte sollten sich mit folgenden Themengebieten beschäftigen:

- Die [Haager Konvention zum Schutz von Kulturgut bei bewaffneten Konflikten](#) mit ihren beiden Zusatzprotokollen
- Bewertung der gegen andere Risiken vorbereiteten oder getroffenen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung auch im Falle eines bewaffneten Konflikts
- Überlegungen zu ergänzenden Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit des Kulturguts im Fall eines bewaffneten Konflikts



#### 4. Ausfall wichtiger bautechnischer Infrastruktur

Die indirekten Folgen einer Katastrophe, insbesondere der Ausfall technischer Einrichtungen und Kommunikationssysteme, wirken sich häufig stärker aus als die direkten Konsequenzen. Dies gilt für flächendeckende Naturkatastrophen (Hochwasser, Erdbeben) ebenso wie für Krieg, Terrorakte und Störung der öffentlichen Ordnung. Der Ausfall der Infrastruktur kann hierbei viel länger dauern und ist räumlich ausgedehnter als beispielsweise nach einer Havarie.

Das Beispiel der Überschwemmungen in New Orleans 2005 zeigt, dass Museen auch in hochindustrialisierten und reichen Staaten nach einer Katastrophe keineswegs sicher sind. Der Hurrikan Katrina hat an den Museen zwar nur geringfügige direkte Schäden durch Orkan oder Hochwasser verursacht, doch in der Folgezeit nahm der Ausfall der Infrastruktur und die Beeinträchtigung der öffentlichen Ordnung ein bedrohliches Ausmaß an:

- Zugangsverbot und -behinderung für eigenes Personal und für lebensnotwendige Lieferungen
- Technikausfall (Strom, Telefon, Mobiltelefon, Internet)
- Notstromaggregate waren nicht auf Dauerbetrieb ausgelegt (zu geringe Leistungskapazität und Treibstoffbevorratung)
- Polizei und Feuerwehr waren mit der Rettung von Menschenleben und dem Schutz der vitalen Infrastruktur voll ausgelastet
- heftiger Ausbruch von Kriminalität und Anarchie

##### 4.1 Risikovorsorge gegen Ausfall der bautechnischen Infrastruktur

Die infolge einer Katastrophe auftretenden Betriebsstörungen stellen eine große Gefahr für Kulturgut dar. Daher ist es sehr hilfreich, intern in einem Team mehrere eskalierende und kumulierende Szenarien durchzuspielen. Nehmen Sie an, Ihre Einrichtung sei:

- ohne Telefonanlage/Fax
- ohne Verbindung zum Telefonfestnetz
- ohne mobile Telefonverbindung



- ohne Internetverbindung
- ohne Computer
- ohne Heizung
- ohne Klimaanlage
- ohne externe Stromversorgung
- ohne Notstromaggregat
- von der Umgebung abgeschnitten (Gebäude/Viertel/Stadt/Region)

Sie sollten sich für jedes Szenario einer Betriebsstörung fragen:

- Wie und wie rasch werden Sie auf die Gefahr aufmerksam?
- Welche Risiken entstehen für Menschen/Kulturgut/Gebäude/Einrichtung/Infrastruktur?
- Mit welchen sofortigen Gegenmaßnahmen kann man das Problem abmildern oder beheben?
- Welche Maßnahmen der Risikovorsorge sind erforderlich?

*Rudolf Gundlach und Thomas Schuler*



**Jetzt mit dem Online-Fragebogen Ihre Analyse starten:  
[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)**

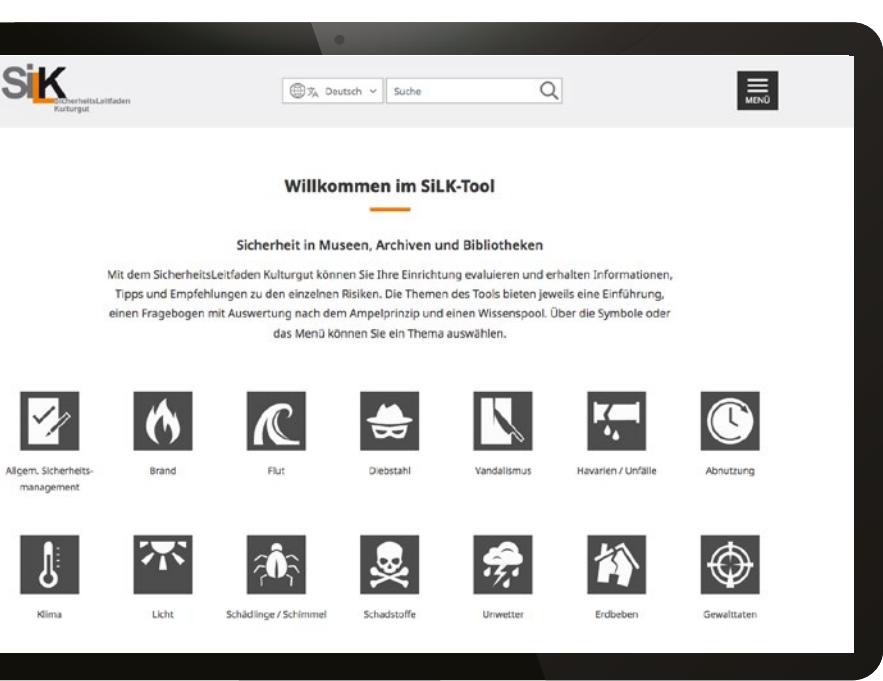


# information



# Ihr Online-Sicherheitsleitfaden:

# www.silk-tool.de



The screenshot shows the homepage of the SiLK-Tool website. At the top, there is a navigation bar with the SiLK logo, a language switch to Deutsch, a search bar, and a menu icon. The main heading is "Willkommen im SiLK-Tool". Below it, a section titled "Sicherheit in Museen, Archiven und Bibliotheken" is described with text about evaluating risks and using the tool. A grid of 14 icons represents different risk categories: Allgemein, Sicherheitsmanagement, Brand, Flut, Diebstahl, Vandalismus, Havarien / Unfälle, Abnutzung, Klima, Licht, Schädlinge / Schimmel, Schadstoffe, Unwetter, Erdbeben, and Gewalttaten.

## Nutzen Sie alle Vorteile des digitalen SiLK!

Der interaktive SicherheitsLeitfaden Kulturgut bietet noch mehr:

Evaluieren Sie Ihre Einrichtung und verbessern Sie den Schutz Ihrer Sammlungen mit dem SiLK-Tool!

**SIK**  
Staatsinstitut für  
Kunst und Kultur  
Kulturgut

Deutsch  Suche

---



Einführung  Fragebogen  Wissenspool

---

## 9 Licht

9.1 **Tageslichtbeleuchtung - Fenster (Sonnenschutz)**  
Verfügen die Fenster der Ausstellungsräume über einen Sonnenschutz?

Ja, alle Fenster sind ständig mit Sonnenschutzvorhängen oder Lamellenbehängen bzw. mit automatisch geregelten Sonnenschutzsystemen versehen, sodass kein direktes Sonnenlicht in die Ausstellungsräume eindringen kann.

Ja, alle Fenster verfügen über Sonnenschutzvorhänge oder Lamellenbehänge und werden bei Bedarf genutzt.

Nein, denn alle Fenster gehen nach Norden.

Nein

Nicht relevant, da keine Fenster vorhanden sind und/oder alle Ausstellungsgegenstände lichtunempfindlich sind.

---

## 9.2 **Tageslichtbeleuchtung - Fenster (Licht- und UV-Schutz)** Verfügen die Fenster der Ausstellungsräume über Licht- und/oder UV-Schutz?

**SiK**  
Sicherheitskultivierung  
Kultiviertes  
Sicherheit

Deutsch  Suche

---



Einführung Fragebogen Wissenspool

---

## 2 Brand

Für die Inhalte der Publikationen und Links sind die jeweiligen Herausgeber verantwortlich.

---

Checklisten / Handreichungen ▼

Fachliteratur ▼

Normen / Gesetze / Richtlinien ▼

Links ▼

---

Einführung Fragebogen Wissenspool

---

Weitere Themen

## Wissenspool

Der SiLK-Wissenspool bietet zu allen 14 SiLK-Themen eine Materialsammlung mit Literaturhinweisen, Links und zusätzlichen Dokumenten zur weiteren Information.

# FACHAUTOREN

## Aydinli, Sirri (Licht)

Promovierter Elektrotechnik-Ingenieur

Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Lehrbeauftragter am Fachgebiet Lichttechnik der TU Berlin

## Devaux, Mylène (Erdbeben)

Promovierte Bauingenieurin

Professorin am Institut für Bau- und Umwelttechnologien an der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg, Schweiz

## Dohrmann, Alke (Allgemeines Sicherheitsmanagement)

Promovierte Ethnologin

Projektleiterin SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut

## Fuchs, Wolfgang † (Diebstahl)

Diplom-Kriminalist

Ehemaliger Geschäftsführer der „KMS Beratungs- und Planungsgesellschaft mbH – Elektrotechnik – Sicherheitstechnik – Brandschutz“

## Gundlach, Rudolf (Gewalttaten)

Ehemaliger Berufssoldat in der Bundeswehr

Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Kulturgutschutz/DGKS

## Hahn, Ulrike (Brand)

Diplom-Ingenieurin für Sicherheitstechnik mit Schwerpunkt Brand- und Explosionsschutz

Brandschutzingenieurin im Brandschutzbüro Jürgen Hahn GmbH, Leipzig

## Harras, Hans-Jürgen (Diebstahl)

Diplom-Ingenieur für Nachrichtentechnik

Leiter des Referats Sicherheit der Staatlichen Museen zu Berlin – Stiftung Preußischer Kulturbesitz

Mitglied der ICOM-Arbeitsgruppe für Sicherheit in Museen ICMS – International Committee for Museum Security

### **Henske, Lutz (Brand und Vandalismus)**

Diplom-Kriminalist

Ehemals tätig bei der „KMS Beratungs- und Planungsgesellschaft mbH – Elektrotechnik – Sicherheitstechnik – Brandschutz“

### **Jeberien, Alexandra (Schadstoffe)**

Diplom-Restauratorin mit Schwerpunkt Archäologisches Kulturgut, Promotion zum Thema UNESCO-Welterbe

Professorin im Studiengang Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin

### **John, Michael (Flut und Havarien/Unfälle)**

Diplom-Ingenieur für Technische Gebäudeausrüstung

Leiter der Abteilung Technischer Dienst der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden

Vorsitzender des Notfallverbunds Dresden, Sprecher des Arbeitskreises Gebäudemanagement und Sicherheit beim Deutschen Museumsbund

### **Knaut, Matthias (Schadstoffe)**

Promovierter Archäologe

Emeritierter Professor für Restaurierung von Archäologischem Kulturgut an der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin

Akademischer Gründungspräsident der German International University of Applied Sciences – GIU AS

### **Knippschild, Thomas (Unwetter)**

Diplom-Ingenieur für Bauingenieurwesen

Sachverständiger bei DEKRA im Fachgebiet Arbeits- und Gesundheitsschutz

### **Landsberger, Bill (Schädlinge)**

Diplom-Biologe

Entomologe im Rathgen-Forschungslabor, Staatliche Museen zu Berlin – Stiftung Preußischer Kulturbesitz

### **Lestuzzi, Pierino (Erdbeben)**

Promovierter Bauingenieur

Tätigkeit bei Résonance Ingénieurs-Conseils SA, Carouge, Schweiz

Lehrbeauftragter an der École Polytechnique Fédérale de Lausanne

### **Rahn, Axel (Klima)**

Diplom-Ingenieur für Bauingenieur- und Vermessungswesen

Gründer und Geschäftsführender Gesellschafter des Ingenieurbüros Rahn, Sachverständiger für Schäden an Gebäuden

Professor/Lehrbeauftragter für Bauphysik an der Fachhochschule Potsdam, Vorsitzender des Bundesverbands Feuchte- und Altbausanierung

### **Schmits, Paul (Licht)**

Diplom-Ingenieur für Elektrotechnik, Promotion auf dem Gebiet der Lichttechnik

Professor für Lighting Design an der Fachhochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst HAWK in Hildesheim

### **Schöne, Katrin (Schädlinge)**

Promovierte Kunsthistorikerin

Projektkoordinatorin SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut

### **Schuler, Thomas (Gewalttaten)**

Promovierter Historiker

Ehemals Direktor des Stadtmuseums Chemnitz

Museumsberater und Dozent, Leiter des internationalen Krisenstabs für Museen ICOM „Disaster Relief Task Force“

### **Siegel, Almut (Allgemeines Sicherheitsmanagement)**

Diplom-Ingenieurin Architektur

Architektin bei der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg (SPSG)

Projektleiterin SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut

### **Unger, Wibke (Schädlinge)**

Promovierte Biologin

Emeritierte Professorin für Holzbiologie und Integrierter Holzschutz an der Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich Holztechnik

### **Wenzel, Christoph (Abnutzung)**

Diplom-Restaurator für Objekte aus Holz und Werkstoffe der Moderne sowie Präventive Konservierung

Restaurator am Historischen Museum Frankfurt/Main

### **Wolfsdorf, Markus (Klima)**

Diplom-Ingenieur (FH) Versorgungs- und Energietechnik, Sicherheitsingenieur für Arbeitssicherheit

Geschäftsführender Gesellschafter der Beratender Ingenieur Markus Wolfsdorf GmbH, Ingenieur- und Sachverständigenbüro für Technische Gebäudeausrüstung und Energieberatung

Vorsitzender des Ausschusses Energie + Umwelt in der Baukammer Berlin

# STICHWORT-VERZEICHNIS

## A

- Abbrechen ..... 63, 65  
Abbürsten ..... 131  
Abnutzung ..... 8, 11, 63, 83-86, 88, 182, 192, 212  
Abpinseln ..... 131  
Abreißen ..... 63, 89  
Absaugen ..... 131  
Absolute Feuchte ..... 102  
Absolute Luftfeuchte ..... 101  
Absorbierte Strahlung ..... 113, 120  
Absorption ..... 119  
Absorptionsfilter ..... 117  
Absorptionsgrad ..... 119  
Absperrband ..... 20  
Absperrung ..... 44, 145, 178  
Absturzsicherung ..... 160  
Abwasser ..... 40-41, 44  
Acoustic-Emission-Geräte (AE-Geräte) ..... 129  
Acrylglas ..... 146  
Aerobe Organismen ..... 131  
Aktualisierung ..... 14, 16-17, 20-21  
Alarmierung ..... 33, 41, 49, 51, 66, 178  
Alkohol ..... 64  
Alkoholeinfluss ..... 63-64  
Allergene ..... 127  
Allgebrauchsglühlampe ..... 116  
Allgemeinbeleuchtung ..... 118  
Ameisen ..... 127  
Ameisensäure ..... 138-140  
Analyse ..... 15, 24, 29, 37, 45, 60, 70, 81, 95, 109, 121, 125, 133, 148, 162, 171, 185  
Anarchie ..... 174-175, 184  
Anlagenplanung ..... 106  
Anobiidae ..... 128  
Anschlagsziele ..... 174-175  
Anzeige ..... 70  
Appretur ..... 126  
Aquarell ..... 113  
Arbeitsstättenverordnung ..... 30, 80  
Archivalien ..... 15, 63, 73, 84, 92-95, 133, 141  
Ascomyceten ..... 130  
Aspergillus ..... 130  
Asymmetrischer Krieg ..... 174, 182  
Attacke ..... 66  
Aufklärung ..... 63  
Aufsicht ..... 60, 63  
Auftrittswahrscheinlichkeit ..... 28  
Ausbleichen ..... 112-113  
Ausgestopfte Tiere ..... 127

Auslagerung .....	18	Beilstein-Test .....	144
Ausrüstung .....	20, 182	Beinahe-Vorfälle .....	68
Aussaugen .....	133	Beleuchtung .....	23, 66, 74, 78-79, 88, 92, 94, 106, 117-118, 120
Außenbereich .....	67-68, 88, 158, 161	Beleuchtungsstärke .....	115-116, 118-119
Außenhülle .....	106, 132	Beleuchtungswirkungsgrad .....	120
Außenluftanbindung .....	108	Belichtungszeit .....	118
Außenlufttemperatur .....	103, 109	Benutzerordnung .....	95
Außenluftwechsel .....	106	Bergbauregion .....	164
Außenwand .....	157	Bergungskonzept .....	77
Ausstellung .....	55, 66, 74, 90, 176-179	Bergungsplan .....	18-19
Auswischen .....	133	Bergungsroute .....	19
Azide-Test .....	144	Berührungen .....	88
<b>B</b>			
Bakterien .....	125, 127, 131	Beschichtung .....	116, 137
Barriere .....	52, 67	Bestandsgebäude .....	106
Bauarbeiten .....	86	Bestrahlung .....	113-115, 117-120
Baumaterialien .....	32, 136, 158	Bestrahlungsdauer .....	114, 118
Baumwolle .....	126, 146	Bestrahlungsstärke .....	114-115, 118-120
Bauphysik .....	99, 103, 109, 192	Besucher .....	33, 50, 57, 63, 67, 69, 75, 91, 95, 101, 106, 178, 181
Bauphysiker .....	103	Besucheranzahl .....	109
Baurecht .....	30, 106	Besucheraufkommen .....	85
Baustoff .....	53	Besucherdichte .....	109
Bausubstanz .....	27	Besucherordnung .....	75, 91
Bauteilkataster .....	156	Betriebsrat .....	17
Bauteiloberfläche .....	103-104	Betriebsstörung .....	72, 185
Bauunterhalt .....	75	Beutekunst .....	183
Beaufort-Skala .....	151	Bewaffnete Konflikte .....	174, 176, 182-183
Beaufsichtigung .....	86	Bewertung .....	15, 48, 50, 58, 66, 101, 103, 105, 115, 178, 183
Bedrohungslage .....	180	Bewusstseinseinschränkende Faktoren .....	64
Bedrohungsszenarien .....	42, 182	Biologischer Angriff .....	125
Befeuchten .....	105	Bioresistenz .....	126
Befeuchtung .....	105	Biostabilität .....	126
Begehung .....	49, 161		

Bläuepilze .....	130	Bürgerkrieg .....	174
Blei .....	137, 141		
Blinde Zerstörungswut .....	62		
Blitz .....	155, 161		
Blitzableiter .....	31, 53, 157		
Blitzeinschlag .....	28, 161		
Blitzeis .....	155		
Blitzschutz .....	31	Cellulose .....	125, 139, 141
Blue Shield .....	175	Celluloseacetat .....	141
Böden .....	85, 138, 168	Cellulosegehalt .....	126
Bodenverflüssigung .....	165, 168	Cellulosenitrat .....	141
Bombendrohung .....	179, 181	Challenges .....	62
Brandabschnitt .....	34	Cladosporium .....	130
Brandausbreitung .....	34-37	Coleoptera .....	127
Brandentstehung .....	27-28, 31-32, 37		
Brandereignis .....	36		
Brandfall .....	18-19, 33-34		
Brandlegung .....	65		
Brandmeldeanlage .....	66		
Brandmelder .....	32		
Brandschutz .....	26-27, 29-30, 37, 190-191	Dach .....	53, 157
Brandschutzelemente .....	78	Dachabdichtung .....	104
Brandschutzkonzept .....	30, 33-34	Dacheindeckung .....	160
Brandschutzordnung .....	37, 80	Dächer .....	52, 78, 152, 158-159, 161
Brandstiftung .....	28-29, 32, 66, 68, 177	Dachfenster .....	157
Brandüberschlag .....	32	Dachfläche .....	159-160
Brand- und Rauchschutztüren .....	34	Dachhaut .....	157, 160-161
Brandwache .....	32	Dachkonstruktion .....	159-160
Brennbare Materialien .....	32	Dachstuhl .....	160
Brennbarer Stoff .....	27	Dachüberstand .....	159
Brennbarkeit .....	27	Dämmung .....	27
Bronzen .....	137	Dauerbeleuchtung .....	112
Brotkäfer .....	127-128	Dauerregen .....	150, 153, 155, 158
Brunnen .....	44, 137	DDT .....	131
Bücher .....	63, 84, 94-95, 131	Demonstration .....	63
Bundeswehr .....	175-176, 179, 190	Denaturieren .....	127
		Denkmal .....	84, 86
		Denkmalgeschützte Gebäude ...	63, 86

## C

Cellulose .....	125, 139, 141
Celluloseacetat .....	141
Cellulosegehalt .....	126
Cellulosenitrat .....	141
Challenges .....	62
Cladosporium .....	130
Coleoptera .....	127

## D

Dach .....	53, 157
Dachabdichtung .....	104
Dacheindeckung .....	160
Dächer .....	52, 78, 152, 158-159, 161
Dachfenster .....	157
Dachfläche .....	159-160
Dachhaut .....	157, 160-161
Dachkonstruktion .....	159-160
Dachstuhl .....	160
Dachüberstand .....	159
Dämmung .....	27
Dauerbeleuchtung .....	112
Dauerregen .....	150, 153, 155, 158
DDT .....	131
Demonstration .....	63
Denaturieren .....	127
Denkmal .....	84, 86
Denkmalgeschützte Gebäude ...	63, 86




Denkmalschutz .....	26, 29-30	Emaille .....	113
Depot .....	23, 55, 75, 90, 147	Emissionsfreie Materialien .....	75
Dermestidae .....	128	Energieaufwand .....	106
Desorption .....	98	Energieeinsparverordnung	
Deuteromyceten .....	130	EnEV .....	105
Diebstahl ...	8, 11, 23, 47-49, 51, 54, 59-60, 65-66, 74, 81, 88, 94-95, 175, 183, 190, 212	Entfeuchten .....	105-106
Dienstleister .....	48, 73, 156	Entfeuchtung .....	105
Digitalisierung .....	93	Entflammbar .....	27
Dimmen .....	118	Entomologe .....	191
Dokumentation .....	21-22, 66, 94, 178	Entwendung .....	49, 88, 175
Dräger-Röhrchen .....	143	Erdbeben ...	8, 11, 163-168, 170-171, 176, 184, 190-191, 212
Drogenkonsum .....	64	Erdbebengefährdung .....	165, 168-169
Drucke .....	63, 113	Erdbebensicheres Bauen .....	164, 170
<b>E</b>		Erdbebenzone .....	169
Edelmetall .....	65	Erpressung .....	182
EDV .....	17	Erreichbarkeit .....	14, 16, 20, 53
Ehrenamtliche .....	17	Erschließung .....	50, 92
Einbruchhemmende Fenster und Türen .....	54, 66	Erstversorgung .....	20, 22, 77-78
Eingangsbereich .....	91, 145	Eskalation .....	69
Einschmelzen .....	65	Essigsäure .....	140-141
Einschweißen .....	129	Essigsäure-Syndrom .....	141
Einsturz .....	72, 159, 164-166	Ethanol .....	131
Eintrittswahrscheinlichkeit ....	14-15, 72	Evakuierung .....	31
Eisen .....	98	Evakuierungsplan .....	18
Eisglätte .....	155	Events .....	92, 177
Elektrik .....	40	Explosionsschutz .....	31, 190
Elektrizität .....	44-45	Exponat .....	54, 88, 115, 119
Elektroanlage .....	45, 79	Extreme Hitze .....	150
Elektroinstallation .....	30	Extremwetterereignis .....	150
Elektroversorgung .....	72, 78-79		
Elfenbein .....	113		
<b>F</b>			
		Fachfirma .....	31, 37
		Fachwerk .....	53, 165, 170



Facilities Report .....	23
Fahndung .....	23
Fahrlässiger Umgang .....	84
Falle .....	7, 183
Farbe .....	69, 115, 118, 136
Farbtemperatur .....	116, 118
Fassade .....	43, 53-54, 104
Fassadenschmuck .....	158
Fäulnisbefall .....	157
Federn .....	90, 113, 127
Felle .....	113, 136
Fenster .....	43, 49-55, 66, 78, 99, 104, 128, 138, 161-162
Fensterlüftung .....	106
Festnahme .....	69
Festnetztelefon .....	162
Fetischismus .....	66
Feuchteabgabe .....	101
Feuchteschutz .....	99, 103, 109
Feuchtigkeit .....	100-102, 105, 115, 120, 126, 140, 142
Feuer .....	19, 26
Feuerschutz- und Rauchschutzvorhänge .....	34
Feuerwehr .....	16, 22, 31, 35-37, 42, 55, 66, 79, 184
Feuerwehrplan .....	35
Feuerwehrpläne .....	80
Feuerwehrschlüsseldepot .....	35
Feuerwiderstandsfähige Decken ....	34
Feuerwiderstandsfähige Wände ....	34
Filter .....	116-117, 133, 138, 145
Flachs .....	126
Flöhe .....	127
Flugschnee .....	160
Flut .....	8, 11, 23, 39-40, 81, 158, 191, 212
Folgeschäden .....	65, 72, 158
Folie .....	76
Formaldehyd .....	139
Fotografieren .....	69, 75
Fotooxidation .....	127
Fotos .....	74-75, 89, 91-93, 114, 140, 142, 166-168
Fragebogen .....	24, 37, 45, 60, 70, 81, 95, 109, 121, 133, 148, 162, 171, 185, 189
Fresken .....	113
Frischluftzufuhr .....	145
Fujita-Skala .....	153
Fusarium .....	130

## G

Gammastrahlen .....	129, 131
Garderobe .....	60, 67
Garderobenzwang .....	181
Gas- oder Flüssigchromatografie ..	143
Gebäudeenergiegesetz (GEG) .....	106
Gebäudeleittechnik (GLT) .....	76-78
Gebäudesicherheit .....	161
Gebäudestruktur .....	159
Gefährdungsanalyse .....	176
Gefahrenabwehr .....	176
Gefahrenbereich .....	18
Gefahrenmeldeanlage (GMA) ....	76-78
Gefriertrocknung .....	132
Generalschließung .....	35
Generalschlüssel .....	55
Gesamtenergieeffizienz .....	105
Gesundheitsgefährdung .....	131
Gewaltbereitschaft .....	175, 178
Gewalttaten .....	8, 11, 63, 173-174, 176-177, 190, 192, 212



Gewebeveredelung .....	126
Gewitter .....	150, 155, 161
Glas .....	67, 143, 146
Glasfilter .....	117
Glasstürze .....	146
Glätte .....	150, 155
Glatteisbildung .....	155
Glimmvorgang .....	28
Glutbildung .....	28
Gold .....	49, 65
Graffiti .....	68
Graupel .....	150, 153, 161
Grenzluftfeuchte .....	102-104
Grenzwellenlänge .....	116-117
Grenzwert .....	118
Großveranstaltungen .....	81, 174
Grundriss .....	19
Grundwasser .....	40-41, 44
Grünpflege .....	158
Gruppe .....	67, 130
<b>H</b>	
Haager Konvention zum Schutz von Kulturgut bei bewaffneten Konflikten .....	5, 183
Hagel .....	150, 153, 155, 161
Halogen-Metaldampflampe .....	116
Handhabung .....	59, 72-73, 88, 92-93, 95, 143
Handling .....	22, 92
Handlungsanweisung .....	179
Handschuhe .....	20, 73, 89
Handwerker .....	86
Hanf .....	126
<b>H</b>	
Harzseifen .....	125
Hausschwamm .....	130
Haustechnik .....	17
Haut .....	142
Havarie .....	72, 78, 184
Heizen .....	105-106
Heizlüfter .....	28
Heizperiode .....	101
Heizung .....	29, 40, 77, 105, 185
Heizungsanlage .....	109
Heterotrophe Organismen .....	126
Hilfeleistende Stellen .....	77
Hilfskräfte .....	17
Historische Gebäude .....	26, 62, 84-85
Hitze .....	108, 150, 161
Hochwasser .....	5, 19, 40-42, 45, 81, 158, 184
Hochwassermanagementplan ....	41-42
Holz .....	30, 53-54, 98, 107, 113, 119, 125, 129-131, 138, 140, 148, 157, 192
Holzfeuchte .....	125, 128
Holzschliff .....	125
Holzschutzmittel .....	136
Holzverfärbende Pilze .....	125
Hooligans .....	174
Horizontale Aussteifung .....	165
Horn .....	113
Hurrikan .....	184
Hybride Kriegsführung .....	174, 182
Hygroskopisch .....	142

Ikonokasmus .....	65
Inertisierung .....	32-33

Inertisierungsanlage .....	28	Kaltlichtspiegel-Lampen .....	120
Infrarote Strahlung .....	113, 120-121	Kalziumsulfat .....	125
Infrarotspektroskopie .....	143	Kanalwasser .....	40-41, 44
Infrastruktur .....	174-175, 178, 180, 183-185	Kantenfilter .....	116
Insekten .....	124-129, 132, 139, 142	Kaolin .....	125
Installationen .....	27, 31, 62, 77	Kapillarkondensation .....	104
Instandhaltung .....	32, 51, 78, 106	Katastrophe .....	6-7, 184
Instandsetzung .....	23	Katastrophenschutz .....	70
Integriertes Schädlings- management .....	125	Keramik .....	92, 113, 146
Internet .....	156, 175, 177, 182, 184	Klebstoff .....	93
Inventar .....	23	Kleinklima .....	107
Inventarisierung .....	14, 23, 60	Klettverschlüsse .....	147
Inventarnummer .....	19, 23	Klima .....	8, 11, 23, 72-73, 78, 87, 97-98, 106, 126, 145, 192-193, 212
Iodid-Iodat-Test .....	144	Klimaanlage .....	105, 107, 185
IPM .....	125	Klimatechnik .....	78-79
Isolierung .....	129, 132	Klimatisierung .....	74, 99, 105-106, 108, 136
Isopropanol .....	131	Knochen .....	113, 127
<b>J</b>		Kohlendioxid .....	100
Jugendliche .....	63	Kollagen .....	126
Jugendrandale .....	175	Kollateralschaden .....	175, 183
Jute .....	126	Kolophonium .....	125
<b>K</b>		Kommandobehörde .....	176
Käfer .....	127-128	Kommunikation .....	21-22
Kalkstein .....	140	Kommunikationstechnik .....	17
Kälte .....	76, 109, 129, 150	Konservierungsmittel .....	129
Kältebedarf .....	106	Konstruktionsmaterialien ...	136, 138, 146
		Kooperation .....	22
		Kopien .....	23, 63, 94-95
		Kopierservice .....	95
		Körperverletzung .....	177
		Korrosion .....	98, 139, 142-143, 160
		Krawalltourismus .....	175
		Krieg .....	64, 174, 176, 180, 182-184
		Krisenmanagement .....	5, 180
		Krisenstab .....	17
		Kritische Infrastrukturen .....	5

Kühlhäuser .....	77	Lichtquelle .....	114, 116-117, 120
Kühlung .....	105, 108	Lichtschutz .....	112, 117
Künstliches Licht .....	112	Lichtträger .....	112
Kunststoff .....	54	Lichtverteilung .....	112
Kunststofffolie .....	129	Lignin .....	125-126
Kurzschluss .....	26	Lockstoff .....	128
Kurzwelliges Licht .....	113	Löschangriff .....	37
<b>L</b>			
Lack .....	113	Löscharbeiten .....	34-35
Lagerbedingungen .....	23	Löscharmittel .....	26
Lagermedien .....	138, 141, 146-147	Löschwasser .....	31, 35
Lagerung .....	75, 77, 92, 127, 132, 140, 146	Löschwassermenge .....	35
Landesbauordnung .....	26, 80	Löschwasserzisterne .....	35
Landeskommando .....	176	Lösemittel .....	138
Landeskriminalamt .....	51	Lösemitteldämpfe .....	106
Landeskriminalämter .....	176	Luftaustausch .....	106
Landfriedensbruch .....	177	Luftbehandlung .....	105-106
Langwelliges Licht .....	113	Lüften .....	101, 105, 147
Laufbereich .....	85	Luftfeuchte .....	78, 98-99, 101-103, 107, 126, 128, 136
Läuse .....	127	Luftfilter .....	105
Leckagemelder .....	77	Luftqualität .....	136-137
Leder .....	113, 119, 126-127, 131, 141	Luftreinheit .....	105
Leihgabe .....	19	Lufttemperatur .....	98, 100, 107, 155
Leinwand .....	65, 107	Lüftung .....	105
Leitung .....	16-17	Lüftungsanlage .....	105-106
Leuchte .....	120	Luftvolumen .....	101-102, 104
Leuchtstofflampe .....	116	Luftzirkulation .....	108, 120
Licht ....	8, 11, 15, 31, 73, 87, 108, 111-117, 119-120, 130, 136, 190, 192, 212	Lyctidae .....	128
Lichtausbeute .....	120		
Lichteinwirkung .....	130		
Lichtempfindlichkeit .....	114-115		
<b>M</b>			
Magazin .....	147		
Mäntel .....	75, 90, 101		
Marmor .....	137, 140		
Massenspektroskopie .....	143		



Mauerwerk .....	30, 52-54, 98	NINA .....	156
Melinex .....	147	Normlichtart .....	116
Menschliches Versagen .....	72	Notfall .....	14, 16-23, 45, 57, 59
Messdaten .....	107, 142	Notfallbox .....	77-78
Messing .....	141	Notfallcontainer .....	21, 36, 77
Messung .....	107, 142-143	Notfallkoffer .....	20
Metall .....	92, 137, 146	Notfallkonzept .....	174
Mikroorganismen .....	124, 126-127, 139	Notfallkoordinator .....	17
Mikroverfilmung .....	93	Notfallplan .....	14, 16, 18-22, 79, 176, 179-180
Milben .....	127	Notfallpläne .....	77-78
Mineralien .....	49, 113	Notfallplanung .....	14-16, 22-23, 174, 176
Mitarbeiter .....	16-18, 21-22, 31, 36-37, 48, 57, 66, 69, 77, 81, 101, 106, 124, 190	Notfallszenarien .....	16
Mitarbeitererschulung .....	179	Notfallteam .....	22
Moderfäule .....	130	Notfallverbund .....	21-22, 36, 42, 77-79
Monitoring .....	124, 137	Notfallverbünde .....	21-22, 36, 42, 77
Montage .....	43, 51, 72-73, 88, 161	Notfallzug .....	20, 42, 77
Mörtel .....	98	Notstromaggregat .....	185
Motten .....	127-128	Notstromanlage .....	45
Museumsbesucher .....	15, 91	Nutzer .....	9, 48, 50, 63, 67, 94-95
Museumsnacht .....	177	Nutzerregistrierung .....	95
Museumsshop .....	63	Nutzung .....	14, 19, 26, 35, 43-44, 60, 63, 73-75, 84-87, 92-95, 99, 101
Mycel .....	130	Nutzungsschäden .....	84, 94
Mycelien .....	130-131	Nylonsehne .....	147
Mylar .....	147		

## N

Nachbarschutz .....	27
Nachtlüftung .....	108
Nagekäfer .....	128
Nährstoffangebot .....	130
Netzersatzanlage .....	45
Niederschlag .....	153
Niedervolt-Halogenlampe .....	116

## O

Oberflächentemperatur .....	102-104
Oberflächenwasser .....	40-41, 43-45
Objektbezeichnung .....	19
Objektempfindlichkeit .....	114-115, 118
Objekttemperatur .....	115



Objektüberwachung .....	68	Pheromon .....	128
Oddy-Test .....	144	pH-Wert .....	126
Öffentlichkeitsarbeit .....	17, 70	Pilzbefall .....	130, 160
Ökonomische Motive .....	65	Pilze .....	125, 130-131
Ölmalerei .....	113	Pilzhyphen .....	131
Optische Strahlung .....	112, 115, 119	Pilzsporen .....	131
Organisatorischer Brandschutz .....	37	Plünderung .....	175
Organismen .....	125-127, 131	Politische Motive .....	67
Orkan .....	150-151, 184	Polizeibehörde .....	177
Orkanböen .....	151	Polysaccharide .....	125
Ozon .....	137-138	Präsentation ..	23, 54, 73, 88, 91-92, 146
		Prävention .....	5, 14, 51, 66, 76, 156, 176, 212
		Präventionsmaßnahme .....	177
		Präventive Maßnahmen .....	43, 67, 72, 76, 124, 137, 156-158, 161
<b>P</b>		Presse .....	70, 156
Papier .....	9, 20, 98, 107, 113, 119, 125-126, 142, 151	Priorisierung .....	19
Papierfischchen .....	127	Priorität .....	33, 145
Papierhilfsstoffe .....	125	Prioritätenliste .....	19
Papyrus .....	98	Protein .....	126
PE-Boxen .....	146	Provokation .....	176
PE-Druckverschlussbeutel .....	146	Prüfung .....	14, 21, 32, 37, 59, 66, 79, 161
PE-Folien .....	146	Pumpe .....	45, 143
Pegelstände .....	43	Pumpensumpf .....	45
Penicillium .....	130	Putz .....	128
PE/PP-Steg- und Hohlkammer- platten .....	146	Putzlicht .....	118
Pergament .....	119, 126-127		
Personal .....	22, 36, 50, 57, 59, 73, 75, 86, 90, 95, 171, 178-179, 183-184		
Personenrettung .....	37	<b>R</b>	
Personenschäden .....	34, 72, 80, 162	Rahmen .....	14, 22, 27, 30-31, 35, 54-55, 59, 63, 65, 105, 119, 146-147, 165
Personenschutz .....	27, 50	Raub .....	48, 177, 179
PE-Schaumstoff .....	90	Rauch .....	30, 78, 151
Pestizide .....	125	Rauchausbreitung .....	27, 34
PET-Folien .....	147		

Rauchen .....	29, 32	Risikobetrachtung .....	176
Rauchgase .....	34	Risikobewertung .....	176, 180
Raumklima .....	98-99, 104, 107-108, 132	Risikomanagement .....	5, 9, 15
Raumklimaüberwachung .....	108	Risikovorsorge .....	174, 177, 179, 183-185, 212
Raumklimaverhältnisse .....	98-99, 104-105, 107	Riss .....	64
Raumkühlung .....	105	Roter Zerfall .....	142
Raumluftefeuchtung .....	101	Ruß .....	26, 87
Raumlufthehandlungsanlage .....	106		
Raumluftefeuchte .....	98-99, 102-104, 106-107, 109		
Raumlufttrocknung .....	101	<b>S</b>	
Raumvolumen .....	106	Sabotage .....	182
Reaktive Maßnahmen .....	156	Sachbeschädigung .....	62, 177
Reflektometer .....	144	Sachschaden .....	158
Regen .....	43, 153, 155	Sachschäden .....	34
Regenwasser .....	41, 155	Sachverständiger .....	191-192
Reinigung .....	60, 77, 118, 132, 137-138	Sachwertschutz .....	27
Rekonstruktion .....	23	Salzbildung .....	142
Relative Feuchte .....	130	Sammlungsverwaltung .....	14, 17
Relative Luftfeuchte .....	98, 101-103, 107	Sandstein .....	137
Religiöse Motive .....	64	Sättigungsdampfdruck .....	104
Restaurator .....	69, 192	Sättigungsfeuchte .....	100-102
Restaurierung .....	17, 131, 146, 191	Sauberlaufzone .....	85
Restaurierungswerkstatt .....	55	Sauerstoff .....	27-28, 100, 131
Restaurierungswerkstätten .....	31	Sauerstoffkonzentration .....	28
Restrisiko .....	15	Säure .....	69, 75
Rettungswegkennzeichnung .....	33	Säureanschlag .....	64
Rettungswegpläne .....	80	Schadensausmaß .....	14-15, 72
Risiken .....	14-15, 18, 23, 26, 49-50, 53-54, 59, 62, 67, 77, 112, 176, 183, 185	Schadensbehebung .....	23
Risiko .....	5, 40, 49, 69, 76, 159, 161, 177-179	Schadensereignis .....	14, 41
Risikoanalyse ....	8, 14-15, 21, 23, 30, 41, 50, 69, 156, 178, 183	Schadensminimierung .....	176
		Schadensort .....	69
		Schaderreger .....	125, 127, 130
		Schadgase .....	100
		Schädigungspotenzial ....	114-118, 148



<b>Schädlinge</b> .....	8, 11, 15, 81, 104, 123-124, 127, 130, 132, 142, 191-192, 212	<b>Senke</b> .....	41
<b>Schädlingsbekämpfung</b> .....	129	<b>Sensibilisierung</b> .....	31, 66, 84, 86, 91, 132
<b>Schädlingsmanagement</b> .....	125	<b>Sicherheit für Personen</b> .....	171
<b>Schadorganismen</b> .....	126	<b>Sicherheitsdienst</b> .....	79
<b>Schadstoff</b> .....	143	<b>Sicherheitsglas</b> .....	68
<b>Schadstoffbelastung</b> .....	136, 138, 146-147	<b>Sicherheitskonzept</b> .....	15, 21, 182
<b>Schimmel</b> .....	8, 11, 81, 104, 123-124, 212	<b>Sicherheitskräfte</b> .....	17, 178
<b>Schimmelbekämpfung</b> .....	125	<b>Sicherheitsmanagement</b> .....	8, 11, 13-16, 36, 60, 156, 176, 190, 192, 212
<b>Schimmelpilz</b> .....	130-131	<b>Sicherheitsmatrix</b> .....	15
<b>Schimmelpilzansiedlung</b> .....	104	<b>Sicherheitspolitik</b> .....	175
<b>Schimmelpilzbildung</b> .....	100, 103-104, 108	<b>Sicherstellung</b> .....	18, 51, 66
<b>Schimmelsporen</b> .....	124	<b>Sicherung</b> .....	23, 48, 54, 68, 158
<b>Schleusenprinzip</b> .....	132	<b>Silber</b> .....	137, 144
<b>Schmutz</b> .....	85-86, 88	<b>Silberfischchen</b> .....	127-128
<b>Schneefall</b> .....	153-154, 158, 160	<b>Silber- und Kupferstreifen</b> .....	144
<b>Schneefanggitter</b> .....	157	<b>Silicagel</b> .....	107
<b>Schneehöhe</b> .....	159	<b>Simulationsberechnung</b> .....	108
<b>Schneelast</b> .....	159	<b>Sisal</b> .....	126
<b>Schneeräumung</b> .....	160	<b>Skulptur</b> .....	89, 92
<b>Schneeschmelze</b> .....	40	<b>Sockel</b> .....	54, 67
<b>Schneeverwehung</b> .....	154	<b>Sommerkondensation</b> .....	108
<b>Schorenstein</b> .....	28-29	<b>Sonne</b> .....	112
<b>Schränke</b> .....	72, 103, 132, 139, 171	<b>Sonnenschutz</b> .....	108
<b>Schulung</b> .....	14, 59, 66, 81	<b>Sorption</b> .....	98, 104
<b>Schutzausrüstung</b> .....	20, 36	<b>Soziale Medien</b> .....	174
<b>Schutzkleidung</b> .....	20	<b>Spektralfarbe</b> .....	114
<b>Schutzkonzept</b> .....	51, 55	<b>Splintholzkäfer</b> .....	128
<b>Schutzwirkung</b> .....	53, 181	<b>Spottest</b> .....	144
<b>Schutzziel</b> .....	34	<b>Stahl</b> .....	98, 170
<b>Schwankungsbreite</b> .....	99	<b>Stahlbeton</b> .....	30, 170
<b>Schwefeldioxid</b> .....	138	<b>Standort</b> .....	19, 75, 176
<b>Schwellenbestrahlung</b> .....	115	<b>Stärke</b> .....	53, 113, 119, 125, 144
<b>Seide</b> .....	113, 126	<b>Starkniederschläge</b> .....	150
<b>Selbstmordattentäter</b> .....	181	<b>Starkregen</b> .....	40-41, 44, 153, 158
		<b>Starkwindereignis</b> .....	152



<b>Staub</b> .....	85-86, 90, 106, 115, 151	<b>Technische Infrastruktur</b> .....	174
<b>Staubsauger</b> .....	144	<b>Technischer Dienst</b> .....	17, 191
<b>Stein</b> .....	107, 113	<b>Technisches Hilfswerk</b> .....	42, 77
<b>Stickstoff</b> .....	147	<b>Teilklimaanlage</b> .....	105
<b>Stickstoffdioxid</b> .....	138	<b>Telekommunikation</b> .....	40
<b>Stockflecken</b> .....	126	<b>Tempera</b> .....	113
<b>Störer</b> .....	177-178	<b>Temperatur</b> .....	78, 98, 100-102, 104-105, 109, 119-120, 126, 128, 130, 136, 148
<b>Störung der öffentlichen Ordnung</b> .....	174, 176-177, 184	<b>Temperaturdifferenz</b> .....	102
<b>Straftat</b> .....	49, 52, 58, 65	<b>Temperaturgefälle</b> .....	155
<b>Strafverfolgung</b> .....	178	<b>Temperaturleitzahl</b> .....	119
<b>Strahlung</b> .....	15, 112-121, 136	<b>Temperaturspitzen</b> .....	108
<b>Strahlungsanteil</b> .....	118	<b>Tenax-Diffusionssammler</b> .....	143
<b>Strahlungsquelle</b> .....	119	<b>Termiten</b> .....	127, 129
<b>Strahlungsverteilung</b> .....	114	<b>Terrakotta</b> .....	140
<b>Sturm</b> .....	150-151, 161	<b>Terror</b> .....	5, 174, 176, 178-182
<b>Stürme</b> .....	150, 157	<b>Terrorismus</b> .....	174-175, 178, 182
<b>Sturmschäden</b> .....	151, 157-158	<b>Terroristen</b> .....	174, 178, 180-182
<b>Textilien</b> .....	92, 107, 113-114, 126, 146	<b>Textilien</b> .....	92, 107, 113-114, 126, 146
<b>Thermodynamische Prozesse</b> .....	112, 119-120	<b>Thermografie</b> .....	32
<b>Thermotoleranz</b> .....	129	<b>Tierhaare</b> .....	126
<b>Tiere</b> .....	127	<b>Tineidae</b> .....	127
<b>Tabakkäfer</b> .....	127-128	<b>Tornado</b> .....	150, 152
<b>Tageslicht</b> .....	112, 114-116, 119, 121	<b>Toxine</b> .....	127
<b>Taschen</b> .....	60, 67, 75, 85, 90, 181	<b>Training</b> .....	43
<b>Täterspuren</b> .....	65	<b>Transmission</b> .....	116
<b>Taupunkttemperatur</b> .....	101-102, 104	<b>Transport</b> .....	18, 23, 73, 88, 90, 92
<b>Taupunkttemperaturunter- schreitung</b> .....	103	<b>Transportfirmen</b> .....	77
<b>Tauwassermanfall</b> .....	98, 100, 102-104	<b>Transportmittel</b> .....	20, 130
<b>Tauwasserbildung</b> .....	101	<b>Trockenholztermiten</b> .....	129
<b>Tauwetter</b> .....	150, 155, 158	<b>Tür</b> .....	45, 57, 74, 171, 177
<b>Technikausfall</b> .....	184	<b>Turnus</b> .....	21
<b>Technische Defekte</b> .....	72		

## T

<b>Tabakkäfer</b> .....	127-128
<b>Tageslicht</b> .....	112, 114-116, 119, 121
<b>Taschen</b> .....	60, 67, 75, 85, 90, 181
<b>Täterspuren</b> .....	65
<b>Taupunkttemperatur</b> .....	101-102, 104
<b>Taupunkttemperaturunter- schreitung</b> .....	103
<b>Tauwassermanfall</b> .....	98, 100, 102-104
<b>Tauwasserbildung</b> .....	101
<b>Tauwetter</b> .....	150, 155, 158
<b>Technikausfall</b> .....	184
<b>Technische Defekte</b> .....	72



## U

- Überhitzung ..... 28
- Überwachungsmonitor ..... 107
- Umgebungstemperatur ..... 128
- Umsetzung ..... 15-16, 41, 67, 105, 108
- Umstrukturierung ..... 16
- Umwelteinflüsse ..... 15
- Unachtsamkeit ..... 63
- Unfälle ..... 8, 11, 40, 71-72, 80-81, 90, 92, 104, 176, 191, 212
- Unfallversicherung ..... 160
- Unsachgemäße Handhabung ..... 72-73, 95
- Unwetter ..... 8, 11, 40, 149-150, 155, 191, 212
- Unwetterlage ..... 158
- Unwetterwarnung ..... 156
- UV ..... 112-114, 116-119, 126, 136, 139
- UV-Anteil ..... 112
- UV-Schutzfilter ..... 117
- UV-Strahlung ..... 113-114, 117-119, 136
- U-Wert ..... 102-103

## V

- Vandalismus ..... 8, 11, 29, 61-66, 68, 74-75, 88, 95, 176, 191, 212
- Veranstaltung ..... 63, 176-179
- Verbrennungsvorgang ..... 27-28
- Vergilben ..... 112-113, 125
- Verglasung ..... 76, 91, 104
- Verlagerung ..... 19, 76

- Verpackung ..... 22, 73, 77, 143-144
- Verpackungsmaterial ..... 20, 132
- Versagen von Bauteilen ..... 72
- Verschattung ..... 108
- Verschleiß ..... 15, 84, 87, 92, 94
- Vertretung ..... 14, 16
- Verwahrlosung ..... 183
- Verwaltung ..... 17, 94
- Videotechnik ..... 58, 76
- Vitrine ..... 51, 68, 73-74, 91, 143-144
- Völkerrecht ..... 5, 183
- Vollinsekten ..... 128
- Vorbelichtung ..... 117
- Vorbeugender Brandschutz ..... 26-27
- Vorbeugung ..... 29, 62, 66, 139
- Vorlaufzeit ..... 18
- Vorsatz ..... 63, 72
- Vorschrift ..... 106
- Vorwarnzeit ..... 40-43

## W

- Wachs ..... 87
- Wachschutz ..... 17, 51
- Wärmebehandlung ..... 129
- Wärmebelastung ..... 106, 119-120
- Wärmedurchgangskoeffizient ..... 102
- Wärmeentwicklung ..... 32
- Wärmeschutz ..... 99, 102, 104
- Wärmespeicherfähigkeit ..... 108
- Wärmestau ..... 28
- Wärmestrahlung ..... 86, 112, 120
- Wärmestromabfluss ..... 102
- Wärmeübergang ..... 103
- Wärmeübertragung ..... 103

Wärmezufuhr .....	28	Zündenergie .....	27
Wärmezuführung .....	28	Zündquelle .....	32
Warnkriterien .....	154	Zündtemperatur .....	28
Wartung .....	32, 37, 43, 60, 79, 106, 157, 161	Zustand .....	15, 19, 28, 31, 68, 84, 88, 160
Wartungsvertrag .....	160	Zuständigkeit .....	14
Wasser .....	19, 40-45, 76-77, 87, 101, 125, 130, 147, 153, 158, 161-162	Zustandsbeschreibung .....	23
Wasseraktivität .....	104	Zygentoma .....	127
Wasserdampf .....	100, 127		
Wasserrohrbrüche .....	72		
Wasserschaden .....	77		
Wegnahme .....	48, 54-55, 66		
Weiches Geschoss .....	165-166		
Weiße Wanne .....	45		
Werkzeug .....	20, 54		
Wetteranomalie .....	150		
Widerstandsklasse .....	50, 74		
Wiederbeschaffung .....	23		
Wind .....	151		
Windgeschwindigkeit .....	150-152		
Windstärke .....	150-151		
Wirkungsdauer .....	129		
Wissenspool .....	8-9, 15-16, 112, 128, 144, 189		
Wolle .....	126, 136		

## Z

Zecken .....	127
Zellstoff .....	125
Zerstörung .....	62-65, 175, 179, 183
Zink .....	141
Zivil-militärische Zusammenarbeit .....	176
Zugangsverbot .....	184





# Impressum

**Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe BBK**  
[www.bbk.bund.de](http://www.bbk.bund.de)

**SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut  
der Konferenz Nationaler Kultureinrichtungen**

**Idee und Konzept:**

**Projektteam SiLK**

Dr. Alke Dohrmann

Almut Siegel

Dr. Katrin Schöne

[silk@konferenz-kultur.de](mailto:silk@konferenz-kultur.de)

[www.konferenz-kultur.de](http://www.konferenz-kultur.de)

[www.silk-tool.de](http://www.silk-tool.de)

**Gesamtherstellung**

Graphische Werkstätten Zittau GmbH

Printed in the EU

Foto Titelseite: Turnierharnisch, Anton Peffenhauser, Augsburg, 1588  
© Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Rüstkammer, Foto: Franz Zadnicek,  
Inv. Nr. M 0029

Erscheinungsjahr: 2021  
ISBN 978-3-949117-09-1



Der SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut ist ein interaktives Online-Tool zum Kulturgutschutz und zur Sicherheit für Museen, Archive und Bibliotheken. Mit Fokus auf Prävention leistet SiLK praktische Hilfe zur Selbsthilfe.

Der vorliegende Band vermittelt die wichtigsten Grundlagen und fachlichen Informationen zu allen 14 SiLK-Themen:

- Allgemeines Sicherheitsmanagement
- Brand
- Flut
- Diebstahl
- Vandalismus
- Havarien/Unfälle
- Abnutzung
- Klima
- Licht
- Schädlinge/Schimmel
- Schadstoffe
- Unwetter
- Erdbeben
- Gewalttaten

Das Buch bietet eine Vorbereitung für die Selbstevaluation mit den SiLK-Fragebögen, eine Begleitung bei Aufbau und Pflege eines Sicherheitsmanagements in Sammlungseinrichtungen und ist gleichzeitig ein Nachschlagewerk für alle, die sich mit Risikovorsorge für Kulturgut beschäftigen.