

# Vorbeugen ist besser – und günstiger

**Schimmelbefall in Archiven und Museen, Teil 2:** Zahlreiche Staatsarchive, städtische und kirchliche Archive befinden sich in einem schlechten Zustand: Die Räume sind feucht und mit Schimmelpilzen befallen. Konservative Lösungskonzepte, die nur die Instandsetzung der feuchten historischen Keller berücksichtigen oder in der Planung komplexer Lüftungsanlagen bestehen, greifen oftmals zu kurz. Dreh- und Angelpunkt ist der bauliche Feuchteschutz der Archive, der mit einer durchgängigen Überwachung und automatisch gesteuerten Entfeuchtung und Temperierung der Raumluft kombiniert werden sollte (Abb. 1). Damit die von ihrer mikrobiologischen Last befreiten Kulturgüter nach ihrer erneuten Einlagerung schimmelfrei bleiben.

Dr. Constanze Messal, Uwe Münzenberg, Mike Steringer



Abb. 1: Archive lassen sich mit Feuchte- und Temperatursensoren überwachen. Bei einer automatischen Steuerung kann die Raumluftfeuchte durch Sorptionstrockner reguliert werden. Wird eine solche Anlage zusätzlich mit HEPA-Filtern kombiniert, wird der Raum gleichzeitig auch von Staubansammlungen frei gehalten.

Archivräume finden wir überwiegend in den Kellergeschossen von bestehenden, teils historischen Gebäuden. Dies ist aus Sicht der Gebäudenutzer verständlich, da diese Geschosse ansonsten häufig ungenutzt bleiben, enorme Mengen aufnehmen können und der erforderliche Brandschutz einfach umsetzbar ist.

Diese Kellergeschosse waren zum Zeitpunkt ihrer Erstellung als Kohlekeller, Weinlager, Luftschutzraum etc. gedacht und wurden nicht dafür gebaut, als Archive genutzt zu werden. Entsprechend unzureichend ist der bauliche Feuchteschutz.

Erschwerend kommt hinzu, dass diese Kellerräume häufig nicht in die bauliche Bestandspflege eingebunden sind und sich daher nicht selten noch im historischen Originalzustand befinden. Die Anforderungen können sich jedoch in Bezug auf die Feuchtelast durch Bebauung oder Erhöhung des Grundwasserstands verändert haben. Auch kann sich die Feuchtelast durch Starkregenereignisse erhöht haben.

Ähnliches lässt sich für nicht ausgebaute Dachgeschosse ausführen, die archäologische Funde beherbergen. Undichtigkeiten im Dach, unregelmäßige Temperaturen bis hin zu Schneelasten auf Objekten und Dokumenten sind keine Seltenheit.

## Archivräume bekommen wenig Aufmerksamkeit – das rächt sich

Sinn und Zweck eines Archivs ist die Aufbewahrung von Dokumenten, die zwar für tägliche Aufgaben nicht mehr benötigt werden, aber nicht entsorgt werden können, weil es sich um Gerichtsunterlagen, Asylanträge, Besitzurkunden, Baudokumente, Patientenunterlagen oder eben Kulturgüter handelt, die erhalten werden müssen oder sollen. Entsprechend selten werden Archive aufgesucht. Ein Schaden, beispielsweise durch eindringendes Wasser nach einem Starkregenereignis, fällt daher oft erst später auf.

Die Wassermenge muss gar nicht hoch sein. Eine stehende Pfütze reicht aus, damit die Luftfeuchte Werte erreicht, die einen mikrobiellen Befall fördern. In einem normal genutzten Büro oder Arbeitsraum wäre das kein größerer Aufwand: Problem erkannt, Problem beseitigt.



Abb.: Dr. Constanze Messal

Abb. 2: Solche Staubflusen sind in Archiven nicht selten. Sie enthalten Sporen und befördern Schimmelbefall.

### Archivräume haben Brandschutz – der ist luftdicht

In Archiven befindet sich häufig das, was nicht nur erhalten werden soll, sondern erhalten werden muss. Das wirkt sich auf die Brandschutzanforderungen aus. Diese beinhalten in der Regel rauchgasdichte Stahltüren. Aus diesem Grund sind Archivräume häufig „luftdicht“ abgeschottet. Nebenfolge ist, dass sich ein nur kleiner, nicht bemerkter Feuchteschaden zerstörend auf die Archivgüter auswirkt. Rauchgasdichte Stahltüren und eine Belüftung der Archivräume zum präventiven Feuchteschutz sind zudem gegensätzliche Anforderungen.

### Archivräume erhalten wenig Pflege – das wird teuer

Sollen Einsparungen im Gebäudebestand umgesetzt werden, sind diese aus kaufmännischer Sicht am einfachsten bei einem Archiv zu erzielen. Da diese Räume wenig frequentiert werden, stellt sich für den Kaufmann die Frage, warum diese regelmäßig gereinigt werden sollten. Was dabei übersehen wird: Für einen Schimmelbefall braucht es immer zwei Komponenten: Feuchtigkeit und Staub. Wird ein Archiv nicht regelmäßig gereinigt, verstauben die Oberflächen (Abb. 2). Dieser Staub besteht nicht nur aus organischen Bestandteilen, sondern eben auch aus Sporen – den Keimzellen für neues Leben auf dem Archivgut.

Dabei tritt ein weiteres Problem zutage: Um die Folgen kritischer Klimabedingungen abzuwenden, wurde häufig mit der chemischen Keule agiert. Gerade in musealen Archiven ist die Belastung mit Lindan, DDT, PCP oder PAK bis hin zu Schwermetallen und Arsen derart hoch, dass Schutzmaßnahmen nach Gefahrstoffverordnung notwendig sind. Und gerade diese anderen Schadstoffe sammeln sich im Staub. Schimmel verhindern sie dagegen nicht.

Die zuständige TRBA 240 „Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut“ [2] fordert nicht umsonst neben einer Gefährdungsbeurteilung, Anforderungen an die Einrichtung und Hinweise zur Raumtemperatur und Raumluftfeuchte eine regelmäßige Reinigung der Archive. Und sie benennt Staubansammlungen als konkretes Risiko für einen Schimmelbefall.

### Abdichtung zum Feuchteschutz muss sein – reicht aber allein meist nicht aus

Es besteht auf breiter Basis Konsens darüber, dass eine Schimmelsanierung ohne Beseitigung der Ursachen wenig Erfolg versprechend ist. Als Ursachen für Feuchtigkeit in Archiven wird man in aller Regel, sofern keine Schadensereignisse wie Havarien ursächlich sind, mangelnden Feuchteschutz ermitteln können. Konzepte zur nachträglichen Abdichtung von außen oder innen oder durch horizontale Abdichtungen gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit fehlen hier in der Regel. Zeigt der Hausmeister außerdem eine gut gemeinte, aber falsche Lüftungsinitiative, bekommt das Schadensbild Sommerkondensation eine völlig neue Bedeutung. Leider keine gute.

In unserem Beitrag wollen wir auf verschiedene Abdichtungskonzepte und deren Vor- und Nachteile nicht eingehen, weil

- dieses Thema in Fachbeiträgen ausführlich, detailliert und kompetent abgearbeitet wurde,
  - die baulichen Situationen und finanziellen Möglichkeiten individuell unterschiedlich sind,
  - neben baulichen Maßnahmen zur nachträglichen Abdichtung nach den bisherigen Erfahrungen zusätzliche Maßnahmen wie Bauteiltrocknung erforderlich sind und die Betreiber weiterhin die raumklimatischen Bedingungen in ihrem Archiv überwachen müssen.
- Aus dieser Pflicht und Notwendigkeit, Archive zu überwachen, leiten wir unseren Vorschlag für eine stufenweise aufgebaute zielführende Prävention für Archive ab.

### Standardempfehlung – Lüftungsmaßnahmen vorsehen

Vorab: Fensterlüftung ist keine kalkulierbare Lüftungsmaßnahme und wir wollen darüber keine weitere Zeile verschwenden. Können aber Lüftungsmaßnahmen durch nachträglich installierte raumlufttechnische Anlagen eine Möglichkeit darstellen?

Die nachträgliche Installation einer Lüftungsanlage (RLT-Anlagen) ist in Bestandsgebäuden nach unserer Erfahrung möglich, aber nicht unbedingt erforderlich. Denn sie ist teuer, fehleranfällig und wird nicht selten falsch geplant und ausgeführt. Wird die Anlage nicht gewartet, droht nicht selten ein Komplettausfall. Um das abzuwenden, bedürfen Lüftungsanlagen einer relativ aufwendigen Steuerung und zusätzlich einer Überwachung und Wartung. Das kostet.

Also muss es einfacher gehen. Um mikrobiellen Folgeschäden in Archiven vorzubeugen, schlagen wir daher eine Feuchteüberwachung in Kombination mit der Möglichkeit vor, Sofortmaßnahmen ergreifen zu können.

### 1. Stufe: Raumklimatische Überwachung

Die TRBA 240 fordert eine Raumtemperatur von 18 +/- 1 °C und eine relative Luftfeuchte von 50 +/- 5 %. Und weiter: „Die regelmäßige Messung der Raumtemperatur und der relativen Luftfeuchte ist unabdingbar, um bei Überschreitung über das Heizungs- und Lüftungsregime regulierend eingreifen zu können.“ Regelmäßig bedeutet in der Umsetzung eine messtechnische Dauerüberwachung.

Die mobile Fernüberwachung von Maschinen und Anlagen ist im Prinzip bekannt und wird selbst für privat genutzte Häuser immer häufiger für unterschiedliche Aufgabenstellungen genutzt. Überschaubar ist der Markt aktuell hingegen noch für funkbasierte Feuchtesensoren, die sich zum Überwachen von Archiven eignen. Die angebotenen Systeme unterscheiden sich zum einen in Bezug auf

ihre Erstanschaffungskosten, die Kosten für den Austausch von Sensoren und den Aufbau der Funksysteme, zum anderen im Hinblick auf die Kosten für das Bereitstellen der Messdaten auf einem Server. Den meisten der bisher auf dem Markt angebotenen Systeme ist gemeinsam, dass sie die Messdaten zwischen Sensor und Serverplattform via Mobilfunk übertragen. Ein wesentlicher systembedingter Unterschied liegt darin, ob jeder einzelne Feuchtesensor über Mobilfunk mit dem (externen) Server kommuniziert oder – wie bei den meisten Systemen – nur die Basisstation. An dieser sind wiederum mehrere Feuchtsensoren über ein örtlich begrenztes Funksystem (DECT, WLAN, Radiofrequenzen) miteinander verbunden. Dies hat systembedingte Vor- und Nachteile, die sich nicht verallgemeinern lassen. Neu ist die Kombination aus kostengünstigen Bluetooth-Sensoren und einem handlichen (Mini)-WLAN-Router, mit der man ein cleveres Fernüberwachungssystem aufbauen kann (Abb. 3). Ein Beispiel hierfür ist das Produkt „Liwogate“. Die Daten werden bei diesem System zur Sicherheit zusätzlich auf einer Speicherkarte aufgezeichnet. Man kann die aufgezeichneten Daten außerdem aus der Ferne als CSV-Datei herunterladen und die Sensoren vom Server aus steuern. Das Fernüberwachungssystem kann mit einem WLAN vernetzt werden, so dass keine Mobilfunkanwendung notwendig ist. Dies ist in Archivkellern häufig ein ernsthaftes Problem, da kein Mobilfunksignal im Keller zur Verfügung steht. Andererseits muss in der Regel ein WLAN installiert werden, da die Keller selten „online“ sind.

## 2. Stufe: Steuerung und Regelung

Werden Archive überwacht, können im Schadensfall, zum Beispiel bei Feuchtigkeit im Archiv, Maßnahmen organisiert werden. Das kann Zeit in Anspruch nehmen. Clever ist, wenn Maßnahmen zur Feuchteregelung unmittelbar und automatisch ausgelöst werden. So kann man die Feuchteüberwachung mit Raumlufttrocknern kombinieren, um sicherzustellen, dass Feuchtigkeits- und Temperaturwerte in den eng gesetzten Vorgaben der TRBA 240 bleiben.

Nicht bewährt haben sich Kondenstrockner. Ihre Trockenleistung reicht unter den relativ niedrigen Temperaturen in Archiven im Vergleich zum Raumvolumen nicht aus. Außerdem ist die Entwässerung in Kellerräumen häufig aufwendig und fehleranfällig. Nicht selten führten eingefrorene Abwasserleitungen oder der Ausfall der Pumpen in den Kondenstrocknern zu zusätzlichen Schadensfällen. Die Alternative, die Behälter manuell zu leeren, hat in der Regel oft zur Konsequenz, dass die Kondenstrockner nicht durchgängig einsatzbereit sind.

Aus diesen Gründen sind Sorptionstrockner zu bevorzugen (Abb. 1). Der einzige wirkliche Planungsaufwand besteht bei diesen Systemen darin, die Abluft abzuführen. Dies ist jedoch häufig einfacher, als das Wasser eines Kondenstrockners abzupumpen.

Die Vorteile solcher Systeme gegenüber RLT-Anlagen sind:

- Es lassen sich Insellösungen aufbauen.
- Die Maßnahmen können schnell umgesetzt werden.
- Sie können schnell auf Feuchteschäden reagieren.
- Ihre Anschaffung ist deutlich günstiger und die Energiebilanz ist besser als bei Kondenstrocknern.

## 3. Stufe: Überwachung, Regelung und Reinigung der Raumluft

Ist die raumklimatische Überwachung in Kombination mit der Regelung der Raumluftfeuchte aufgebaut und betriebsbereit, ist es nur noch ein kleiner Schritt, die Raumluft zusätzlich über HEPA-Filter zu



Abb. 3: Beispiel für eine Onlineabfrage von Raumklimadaten im Browser mit einer Überwachungs- und Steuerungssoftware („Liwogate“)

reinigen, um Staubablagerungen auf den Oberflächen zu minimieren. Kombiniert man die Feuchteregelung mit der Luftreinigung in einer Steuer- und Überwachungseinheit, kann sichergestellt werden, dass Archivgut nicht von Mikroorganismen befallen wird. Zusätzlich kann vor Feuchteereignissen gewarnt werden. Dies stellt sicher, dass die Rahmenbedingungen eingehalten werden, die die TRGS 240 für Archivgut vorgibt.

Im Vergleich zu trägen raumlufttechnischen Anlagen haben dezentrale Lösungen mit kleineren Geräten, aber einer guten, ausgewogenen Steuerung und zusätzlicher Entstaubung der Raumluft deutliche Vorteile. Im Ergebnis ermöglichen sie, dass

- Archive überwacht und dokumentiert werden,
- bei temporärem Wassereintritt nach Starkregenereignis und Lecks im Leitungssystem gewarnt wird,
- keine zusätzlichen Investitionen in die Bauwerkserhaltung notwendig sind,
- bisher ungenutzte, primär ungeeignete Räumlichkeiten kurzfristig für Archivgut verwendet werden können,

**Tabelle 1: Vor- und Nachteile einer mehrstufigen Klima-Überwachung in Archiven und Depots**

Stufe	Technische Voraussetzungen	Vorteile	Nachteile
1 Fernüberwachung	Feuchtesensoren, die online Messwerte zu einer Kontrollstation übermitteln	kostengünstig, ortsungebundene Einrichtung, Warnwerte, schnelle Reaktionsmöglichkeiten durch einen Operator (Hausmeister, Archivleiter)	WLAN oder Mobilfunkanbindung müssen vorhanden sein, Eingriff nur durch den Operator (den muss es aber auch geben)
2 Fernüberwachung mit Feuchteregulierung	Feuchtesensoren, die online Messwerte zu einer Kontrollstation übermitteln, interagieren direkt mit Raumluftentfeuchtern zur Steuerung des Raumklimas	kostengünstig, direkte Steuerung der Raumluftfeuchte über die Kontrollstation, Operator hat nur Überwachungsfunktion	Technischer Umbau für Abluft erforderlich
3 Fernüberwachung mit Feuchteregulierung und Luftreinigung	Feuchtesensoren, die online Messwerte zu einer Kontrollstation übermitteln, interagieren direkt mit Raumluftentfeuchtern zur Steuerung des Raumklimas bei dauerhafter Staubreduktion über Luftreiniger mit HEPA-Filter	kostengünstig, da Reinigungsaufwand reduziert wird, direkte Steuerung der Raumluftfeuchte und Partikelkonzentration über die Kontrollstation, Operator hat nur Überwachungsfunktion, geringeres Schutzniveau nach Gef/BioStoffV notwendig	Technischer Umbau für Abluft erforderlich, HEPA-Filter müssen gewartet werden
4 Raumlufttechnische Anlagen	gezielte Ab- und Zuluftsteuerung mit Klimatisierung, i. d. R. hoher Eingriff in die Bausubstanz	direkte Steuerung der Raumluftfeuchte und Partikelkonzentration über zentrale Luftaufbereitungsanlagen, Operator hat nur Überwachungsfunktion, geringeres Schutzniveau nach Gef/BioStoffV	erhöhter planerischer und finanzieller Aufwand, oft in Bestandsbauten nicht umsetzbar, technischer Umbau für Zu- und Abluft erforderlich, gesamte Anlage und Filtertechnik muss nach VDI 6022 gewartet werden, ist nicht mobil einsetzbar

- Kosten für Reinigung und Wartungspersonal gespart werden können,
- die Akzeptanz der Mitarbeiter gegenüber dem Archivgut zunimmt, da dies trocken und geruchsneutral ist,
- die Systeme nach Nutzungsende abgebaut und weiter verwendet werden können.

**Erst Schäden beseitigen – dann Raumluft regulieren**

Unser Stufenkonzept zielt auf den schadensfreien Erhalt bestehender Depots und Archive ab, die derzeit in Nutzung sind und mittelfristig nicht durch Depotneubauten ersetzt werden können. Es ist nicht als Aufruf zu verstehen, ein belastetes Archiv in ein kontrolliert (bauphysikalisch bedingt) feuchtes umzusiedeln. ■

**Literatur**

[1] Perrin, K.; Brown, D. H.; Lange, G.; Bibby, D.; Carlsson, A.; Degraeve, A.; Kuna, M.; Larsson, Y.; Pálsdóttir, S. U.; Stoll-Tucker, B.; Dunning, C.; Rogalla von Bieberstein, A.: Archäologische Archivierung in Europa. Ein Handbuch. EAC-Guidelines 1: Namur (Belgien), 2014

[2] TRBA 240 Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut (Download: [www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBA/pdf/TRBA-240.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBA/pdf/TRBA-240.pdf?__blob=publicationFile&v=2))

**Weitere Informationen**

Im ersten Teil des Artikels („Damit unsere Kulturschätze erhalten bleiben“, in B+B Bauen im Bestand 6/2019, S. 68–73) beschrieben die Autoren die Anforderungen, die an die Sanierung mit Schimmelpilzen befallener und kontaminierter Kulturgüter zu stellen sind. Außerdem behandelten sie, an welchen Punkten sich die Vorgehensweise beim Sanieren von Kulturgütern zu Schimmelbefall in Gebäuden unterscheidet.

**Autoren**

**Dr. rer. nat. Constanze Messal**

ö. b. u. v. Sachverständige für mikrobielle Materialzerstörung und Materialschutz, MICOR Gesellschaft für mikrobielle Prozesse und Materialkunde mbH  
Rostock

**Uwe Münzenberg**

Sachverständiger für Baubiologie und Gebäudeanalytik, Vorstand im Berufsverband Deutscher Baubiologen e.V.  
Fürth

**Mike Steringer**

Geschäftsführer Steringer GmbH  
Epfenbach