

DIN/TR 67702



ICS 01.140.20; 97.195

**Information und Dokumentation –
Management der Aufbewahrungsbedingungen von Archiv- und
Bibliotheksgut**

Information and documentation –
Management of the environmental conditions for archive and library collections

Information et documentation –
Gestion des conditions environnementales pour les documents d'archive et de bibliothèque

Gesamtumfang 75 Seiten

DIN-Normenausschuss Information und Dokumentation (NID)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Allgemeines	12
5 Umfeldmanagement zur Optimierung der Erhaltung und Nachhaltigkeit	13
6 Temperatur	15
7 Relative Feuchte	17
8 Klima und seine Konsequenzen für Sammlungen	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 Jahreszeitliche Klimata	21
9 Insekten und andere Schädlinge	21
10 Luftverschmutzung	21
11 Licht	23
12 Festlegung der Daten für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit	24
13 Psychrometrie	29
14 Gute Nachhaltigkeitspraktiken	35
14.1 Allgemeines	35
14.2 Archiv des Arnamagnæan Institute, Kopenhagen, Dänemark	35
14.3 Territorialarchive, St Martin, Westindische Inseln	35
14.4 Japanisches kaiserliches Archiv in Tokio	35
14.5 Jersey Archive, Jersey, Kanalinseln	36
14.6 Norwegische Nationalbibliothek, Mo i Rana	36
14.7 Landesarchiv Sachsen, Dresden, Deutschland	36
14.8 Nationalbibliothek von Singapur	36
14.9 Archives départementales du Nord, Lille, Frankreich	36
14.10 Schulbibliothek, Gando, Burkina Faso	36
15 Lern- und Bewertungsinstrumente	37
15.1 Allgemeines	37
15.1.1 Übersicht	37
15.1.2 Isoperm	37
15.1.3 Erhaltungsindex (PI) und zeitlich gewichteter Erhaltungsindex (TWPI)	38
15.2 Umgebungsmanagement-Instrumente und Beurteilungen	39
15.2.1 Allgemeines	39
15.2.2 Grundlegende mikroklimatische Konzepte	39
15.2.3 Luftwechsel zwischen einem abgeschlossenen Raum und seiner Umgebung	39
15.2.4 Rechner für die atmosphärische Feuchte	39
15.2.5 Rechner für den Energieverbrauch in Museen	39
15.2.6 Rechner für die Konservierungsbeheizung	40
15.2.7 Rechner für die Entfeuchtungs-Energielast	40
Anhang A (informativ) Energieeinsparung	41
Anhang B (informativ) Auswirkung der Temperatur	47
Anhang C (informativ) Auswirkung der relativen Feuchte	49
Anhang D (informativ) Materialschäden in Verbindung mit Temperatur und relativer Feuchte	51
Anhang E (informativ) Quellen von Schadstoffen und ihre Auswirkung auf für Archiv- und Bibliothekssammlungen signifikante Materialien	56
Anhang F (informativ) Wechselwirkungen zwischen Temperatur, relativer Feuchte, Licht und Verschmutzung	60
Literaturhinweise	61

Bilder

Bild 1 — Klimakarte	19
Bild 2 — Temperaturabhängigkeit des Wasserdampfgehalts von Luft	30
Bild 3 — Temperaturabhängigkeit der absoluten Luftfeuchtigkeit	30
Bild 4 — Temperaturabhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit	31
Bild 5 — Temperaturabhängigkeit der relativen Feuchte bei verschiedenen absoluten Feuchten	32
Bild 6 — Prozess der Feuchtigkeitsregulierung eines Luftstroms	34
Bild 7 — Isoperm-Grafik	38
Bild B.1 — Relatives Risiko von Schäden oder Abbau durch Temperatur	47
Bild C.1 — Relatives Risiko von Schäden oder Abbau durch relative Feuchte	49

Tabellen

Tabelle D.1 — Materialschäden und -abbau und Risiken in Verbindung mit der Temperatur und der relativen Feuchte für ausgewählte Materialtypen, die für Archiv- und Bibliothekssammlungen signifikant sind, aus Literaturhinweis [46]	52
Tabelle E.1 — Quellen intern erzeugter Schadstoffe	56
Tabelle E.2 — Wechselwirkungen zwischen ausgewählten Schadstoffen und Materialien mit Signifikanz für Archiv- und Bibliothekssammlungen aus BSI/PAS 198	57
Tabelle E.3 — Wechselwirkungen zwischen Schadstoffen und Material in offener Aufbewahrung oder Ausstellung	58
Tabelle E.4 — Ungefährliche Schwellenkonzentrationen für bestimmte Wechselwirkungen zwischen Schadstoffen und Materialien	58
Tabelle F.1 — Beispiele für Wechselwirkungen zwischen Abbaufaktoren	60

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 009-00-14 AA „Bestandserhaltung in Archiven und Bibliotheken“ im DIN-Normenausschuss Information und Dokumentation (NID) erarbeitet.

Dieses Dokument basiert auf ISO/TR 19815 „Information and documentation - Management of the environmental conditions for archive and library collections“.

Technische Reporte sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Einleitung

Dieses Dokument behandelt größtenteils dieselben Themen wie BSI/PAS 198 [46]. Der Hauptunterschied besteht darin, dass BSI/PAS 198 für die Anwendung unter britischen Bedingungen mit einem gemäßigten Klima entwickelt wurde. In den verschiedenen Klimazonen bestehen unterschiedliche Herausforderungen. Ungeachtet dessen gibt es allgemein anwendbare Grundsätze.

Da die Umgebungsbedingungen sowohl auf die Anforderungen einer bestimmten Sammlung als auch die Ressourcen der Institution, den Kontext ihres Betriebs und das lokale Klima zuzuschneiden sind, eignet sich eine Auswahl von Bedingungen nicht unter allen Umständen für alle Sammlungen. Dieses Dokument versteht sich als Rahmenwerk für die Entscheidungsfindung über geeignete Umgebungsbedingungen für Sammlungen in Archiven und Bibliotheken in unterschiedlichen Klimazonen.

Archive, Bibliotheken und andere Kulturinstitutionen sind Wächter des gemeinsamen kulturellen Erbes. Ihr Ziel ist, die Sammlungen langfristig zu erhalten. Außerdem sind sie verpflichtet, diese Aufgabe so zu erfüllen, dass Auswirkungen auf die weltweiten Ressourcen und das Klima minimiert werden. Da der Klimawandel sich auf Kulturinstitutionen mindestens so auswirken wird wie auf jede andere Einrichtung, sollte der Verbrauch von Energie und insbesondere nicht-erneuerbarer Ressourcen verringert werden. Wo immer möglich, sollten passive, also nicht energieverbrauchende Lösungen bevorzugt und Gebäude entsprechend konstruiert werden.

Zuerst sollten der Umfang und die Zusammensetzung der Bestände bedacht werden, ihre Bedeutung, ihr aktueller Zustand, ihre Verwendungsweise und die erhoffte Lebensdauer. So enthalten Archiv- und Bibliothekssammlungen - neben Papier, Pergament und anderen organischen Materialien in gebundener und ungebundener Form oder auch Schwarzweiß- und Farbfotodrucken und Negativen - häufig auch Grammophon-Schallplatten, Tonbänder oder Filme sowie eine zunehmende Zahl diverser elektronischer Medien. Weiterhin können Sammlungen alle möglichen Artefakte aus verschiedensten Materialien enthalten. Auch wenn viele dieser Materialien ähnliche umgebungsbedingte Empfindlichkeiten aufweisen, sind einige spezielle Anforderungen zu berücksichtigen.

Anschließend sollten das Umfeld, in dem man die Sammlungen aufbewahrt, nutzt oder ausstellt, durchdacht werden, wie auch die daraus folgenden Risiken. Aufgrund der zu Art und Zustand der Sammlungen beschafften Informationen können die Anfälligkeiten gegenüber Temperatur, relativer Feuchte, Licht und Schadstoffen beurteilt werden - und folglich auch die zur Minderung dieser Risiken zu treffenden Maßnahmen. Dazu gehören die Konstruktion von Gebäuden oder deren Modifikation, passive Maßnahmen zur Umfeldkontrolle oder Verbesserungen der Aufbewahrungs- oder Ausstellungstechniken.

Jede Institution, die Kulturgut verwahrt, kann und sollte in der Lage sein, diese Maßnahmen zu treffen, trotz aller Begrenztheit ihrer Ressourcen und klimatischer Widrigkeiten. Die Kenntnis der Bestände wie auch der Risiken ist unverzichtbar für die angemessene Verwaltung und den langfristigen Erhalt der Sammlungen.

Empfehlungen zu Umfeldfaktoren für Ausstellungen und Leihgaben werden von Konservierungsexperten laufend angepasst. Die Literaturhinweise [29], [206] und [236] enthalten zusätzliche Informationen hierzu. Eine kontrollierte Umgebung ist zweifelsohne wichtig für die Erhaltung von Sammlungen. Wenn die Werte für die Materialerhaltung aber ausreichend sind, wird heute grundsätzlich anerkannt, dass tägliche und jahreszeitliche Schwankungen der Temperatur und relativen Feuchte den meisten Sammlungen nicht schaden.

Dieses Dokument bietet darüber hinaus Zugang zu Forschungsergebnissen, die zu einigen Änderungen in ISO 11799 geführt haben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument informiert über aktuelle Diskussionen und über Änderungen von Handlungsempfehlungen zum Umfeldmanagement im Aufgabenbereich Kulturerbe. Enthalten sind Informationen zur Konservierungsforschung im Bereich präventiver Methoden, zur passiven Kontrolle mittels spezifischer Konstruktionsverfahren und Neuerungen, zu Fortschritten der Technik bei der Umfeldkontrolle und zu Fragen des Energie- und Klimawandels. Dieses Dokument richtet sich an Archive, Bibliotheken und andere Institutionen, deren Sammlungen überwiegend aus Papier bestehen. Archive und Bibliotheken haben auch Bestände, die Filme, Magnetdatenträger, Leder oder andere organische, anorganische oder gemischte Materialien enthalten. Diese Institutionen stehen vor der Herausforderung, heute den Zugang zu diesen Materialien zu ermöglichen und für künftige Generationen die Nutzbarkeit sicherzustellen. Das Umfeld spielt eine Schlüsselrolle für eine langfristige Erhaltung dieser Materialien.

Dieses Dokument dient der Anwendung im Bestandserhaltungs- und laufenden Umfeldmanagement zur dauerhaften Aufbewahrung von Archiv- und Bibliotheksgut; es gilt für alle Bestände, die dauerhaft von Institutionen aufbewahrt werden.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Luftwechselrate

Luftwechselrate in einem Raum, ausgedrückt als Volumen pro Zeiteinheit geteilt durch das Raumvolumen, ausgedrückt in konsistenten SI-Einheiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Luftwechselrate wird oftmals als Luftwechsel pro Stunde angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Begriff wird verwendet, wenn eine aktive Belüftung besteht [siehe auch *Lüftungsrate* (3.40)].

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.5]

3.2

Wärmeschichtung

Neigung erwärmter Luft, aufzusteigen und sich mit steigender Temperatur zu schichten

3.3

Sammlung

Bestand

in Archiven und Bibliotheken aufbewahrte Dokumente unterschiedlicher Größe und Beschaffenheit

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Bücher, Manuskripte, Akten, Karten, grafische Sammlungen und andere Dokumente aus Papier, aber auch Pergament, Papyrus, Filme, fotografisches Material, audiovisuelle Aufzeichnungen, Magnet- und optische Datenträger sowie Einbände und Schutzmaterial.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Bestand“ wird häufiger in Archiven verwendet.

3.4

Taupunkt

Maßeinheit für atmosphärische Feuchte

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierbei handelt es sich um die Temperatur, bei der die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist und zu kondensieren beginnt.

3.5

Dokument

aufgezeichnete Informationen oder Materialien, die als Einheit in einem Dokumentationsprozess betrachtet werden können

3.6

Effektivität

Ausmaß, in dem geplante Tätigkeiten verwirklicht und geplante Ergebnisse erreicht werden

3.7

Energie

Elektrizität, Brennstoffe, Dampf, Wärme, Druckluft und ähnliche Medien

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument umfasst Energie die verschiedenen Energieformen, einschließlich erneuerbarer Energien, die gekauft, gespeichert, aufbereitet, in einer Ausrüstung oder in einem Prozess verwendet oder wiedergewonnen werden können.

Anmerkung 2 zum Begriff: Energie kann definiert werden als die Fähigkeit eines Systems, externe Aktivität zu erzeugen oder Arbeit zu leisten.

[QUELLE: ISO 50001:2011, 3.5]

3.8

Energieeinsparung

sorgfältiges Management von Energieressourcen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff bezieht sich auf einen angemessen minimalen Verbrauch von Energie innerhalb einer Institution und umfasst die Kenntnis der energiebezogenen Leistung und der spezifischen *Energieeffizienz* (3.9) eines Gebäudes oder technischer Anlagen.

3.9

Energieeffizienz

Maßnahmen, um sicherzustellen, dass Gebäude und Anlagen durch effiziente Energienutzung in Übereinstimmung mit den Bemessungsparametern funktionieren

[QUELLE: ISO 16813:2006, 3.17]

3.10

Energiebezogene Leistung

messbare Ergebnisse im Hinblick auf *Energieeffizienz* (3.9), Energienutzung und Energieverbrauch

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Kontext von *Energiemanagementsystemen* (3.12) können Ergebnisse in Bezug auf die Energiestrategie, die Ziele und andere energiebezogene Leistungsanforderungen der Organisation gemessen werden.

[QUELLE: ISO 50001:2011, 3.12]

3.11

Umwelt

Umgebung, in der eine Organisation tätig ist, einschließlich Luft, Wasser, Boden, natürlicher Ressourcen, Flora, Fauna, Menschen und deren wechselseitige Beziehungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Umwelt kann sich vom Inneren einer Organisation bis zum lokalen, regionalen und globalen System erstrecken.

Anmerkung 2 zum Begriff: Umwelt kann mit Begriffen wie Biodiversität, Ökosysteme, Klima oder anderen Merkmalen beschrieben werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für den Nahbereich von Objekten und Beständen werden statt des Begriffs Umwelt die Begriffe Umgebung und Umfeld verwendet. Der Nahbereich kann sich bis zu den inneren Begrenzungsflächen von Aufbewahrungs- und Benutzungsräumen erstrecken.

[QUELLE: ISO 14001:2015, 3.2.1, modifiziert]

3.12

Umweltmanagementsystem

Der Teil des Managementsystems, der dazu dient, Umweltaspekte zu handhaben, bindende Verpflichtungen zu erfüllen und mit Risiken und Chancen umzugehen

[QUELLE: ISO 14001:2015, 3.1.2]

3.13

umweltbezogene Leistung

Leistung bezogen auf das Management von Umweltaspekten

Anmerkung 1 zum Begriff: Für ein *Umweltmanagementsystem* (3.12) können Ergebnisse in Bezug auf die *Umweltstrategie* (3.14), die Umgebungsziele oder andere Kriterien der Organisation auf der Grundlage von Indikatoren gemessen werden.

[QUELLE: ISO 14001:2015, 03.04.2011]

3.14

Umweltstrategie

Die von der obersten Leitungsebene einer Organisation hinsichtlich ihres Umweltmanagements festgelegten Ziele und Ausrichtung

[QUELLE: ISO 14001:2015, 3.1.3]

3.15

Glasübergang

umkehrbarer Übergang in ein amorphes Polymer oder amorphe Regionen eines teilweise kristallinen Polymers von (oder zu) einem viskosen und gummiartigen Zustand zu (oder von) einem harten und relativ brüchigen Zustand

[QUELLE: ISO 11357-2:2013, 3.1]

3.16

Glasübergangstemperatur

T_g
charakteristischer Temperaturbereich, in dem der Glasübergang stattfindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Die zugeordnete Glasübergangstemperatur (T_g) kann je nach spezifischen Eigenschaften und den zu ihrer Messung gewählten Verfahren und Bedingungen variieren.

[QUELLE: ISO 11357-2:2013, 3.2]

3.17

HVAC-Anlage

Anlage für die Beheizung, Belüftung und Klimatisierung von Gebäuden

Anmerkung 1 zum Begriff: HVAC steht im Englischen für die Begriffe Heating, Ventilation und Air Conditioning.

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.18, modifiziert]

3.18

Hydrolyse

chemische Zersetzung, in der ein Stoff durch Reaktion mit Wasser in andere Stoffe aufgespalten wird

3.19

Indikator

Maßstab für die Beschaffenheit oder den Status von Arbeitsabläufen, Verwaltungsabläufen oder Zuständen

[QUELLE: ISO 14031:2013, 3.15]

3.20

Infiltrationsluft

unkontrolliertes Einströmen von Luft in einen Raum durch undichte Stellen in einer Gebäudehülle

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.20]

3.21

Wärmedämmung

Materialien, die gering wärmeleitend sind und daher den Wärmeverlust aus einem Objekt oder Raum verlangsamen

3.22

Langzeitaufbewahrung

Dauerhafte, zeitlich nicht begrenzte Aufbewahrung eines zur Erhaltung vorgesehenen Materials

3.23

Instandhaltung

Präventiv- oder Korrekturmaßnahmen, die zur Aufrechterhaltung des langfristigen Funktionierens von Aufbewahrungseinrichtungen und der enthaltenen Anlagen getroffen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Während Präventivmaßnahmen einen Vorfall vermeiden sollen, dienen Korrekturmaßnahmen der Verhinderung eines Wiederauftretens.

3.24

Managementsystem

Zusammenhängende oder sich gegenseitig beeinflussende Elemente einer Organisation, um Strategien, Ziele und Prozesse zum Erreichen dieser Ziele festzulegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Managementsystem kann eine oder mehrere Fachdisziplinen behandeln (z. B. Qualität, Umwelt, Arbeits- und Gesundheitsschutz, Energie, Finanzmanagement).

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Elemente des Systems beinhalten die Organisationstruktur, Rollen und Verantwortlichkeiten, Planung und Betrieb, Leistungsbewertung und Verbesserung.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Anwendungsbereich eines Managementsystems kann die gesamte Organisation, bestimmte Funktionen und Bereiche der Organisation oder eine oder mehrere Funktionen über eine Gruppe von Organisationen hinweg umfassen.

[QUELLE: ISO 14001:2015, 3.1.1]

3.25

ventilatorgestützte Lüftung

Lüftung mittels technischer Anlagen

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.22]

3.26

Überwachung

Bestimmung des Status einer Anlage, eines Prozesses oder einer Maßnahme

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Bestimmen des Status kann es erforderlich sein zu prüfen, zu kontrollieren oder detailliert zu beobachten.

[QUELLE: ISO 14001:2015, 3.4.8]

3.27

natürliche Lüftung

Lüftung durch undichte Stellen (Infiltration) wie auch beabsichtigte Öffnungen (Lüftung) in der Hülle des gesamten Gebäudes oder einzelner Räume bedingt durch Druckunterschiede, ohne Zuhilfenahme energiebetriebener Lüftungsanlagen

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.24]

3.28

genutzter Bereich

für die Nutzung vorgesehener Bereich, der von der Geometrie und der fallweise festzulegenden Verwendung des Raums abhängt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird üblicherweise für Bereiche verwendet, die für die Nutzung durch Menschen vorgesehen sind, und ist festgelegt als ein durch horizontale und vertikale Ebenen begrenztes Luftvolumen. Die vertikalen Ebenen verlaufen gewöhnlich parallel zu den Wänden des Raums.

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.28]

3.29

Außenluft

Unbehandelte Luft, wie sie von außen eintritt

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.31]

3.30

Außenlufteinlass

Öffnung, durch die Außenluft zugeführt wird

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.30]

3.31

Leistung

messbares Ergebnis

Anmerkung 1 zum Begriff: Leistung kann sich entweder auf quantitative oder qualitative Feststellungen beziehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Leistung kann sich auf das Führen und Steuern von Tätigkeiten, Prozessen, Produkten (einschließlich Dienstleistungen), Anlagen oder Organisationen beziehen.

[QUELLE: ISO 14001:2015, 03.04.2010]

3.32

Prozess

mehrere zusammenhängende oder sich gegenseitig beeinflussende Tätigkeiten, die zu Ergebnissen führen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Prozess kann dokumentiert sein oder nicht.

[QUELLE: ISO 14001:2015, 3.3.5]

3.33**relative Feuchte****RH**

Temperaturabhängiges Verhältnis des in der Luft enthaltenen Wasserdampfs zur jeweils maximal möglichen Masse (Sättigung)

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.34, modifiziert]

3.34**Magazin**

Gebäude oder Raum, das/der speziell für die Langzeitaufbewahrung von Archiv- oder Bibliothekmaterial gestaltet, ausgestattet und genutzt wird

3.35**Anforderung**

Bedingung oder Erwartung, die festgelegt, üblicherweise vorausgesetzt oder verpflichtend ist

Anmerkung 1 zum Begriff: „Üblicherweise vorausgesetzt“ bedeutet, dass es für die Organisation und andere interessierte Parteien übliche oder allgemeine Praxis ist, dass die entsprechende Bedingung oder Erwartung vorausgesetzt wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine spezifizierte Anforderung ist eine, die beispielsweise in dokumentierter Form festgehalten ist.

Anmerkung 3 zum Begriff: Andere als rechtliche Anforderungen werden verpflichtend, wenn die Organisation sich zu ihrer Erfüllung entscheidet.

[QUELLE: ISO 14001:2015, 3.2.8]

3.36**Kondensationsentfeuchtung**

Prozess der Kühlung von Luft unter ihren Taupunkt, um sie durch Kondensation zu entfeuchten

Anmerkung 1 zum Begriff: Auf die Kondensationsentfeuchtung folgt die Wiedererwärmungsphase zur Steuerung der Temperatur und der relativen Feuchte.

3.37**Nachhaltigkeit**

Erhaltung der Bestandteile und Funktionen eines Ökosystems für zukünftige Generationen unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Effizienz, sozialer Aspekte und des Umweltschutzes

[QUELLE: ISO 16813:2006, 3.27]

3.38**Anlagen**

Technische Prozesse, die gesteuert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Heizung, Kühlung, Haushaltswarmwasser, Beleuchtung, Lüftung und die relevante Automatisierung oder Steuerung.

[QUELLE: ISO 23045:2008, 3.3]

3.39**Lüftung**

Prozess der Zu- oder Ableitung von Luft in einen oder aus einem Raum anhand natürlicher oder technischer Hilfsmittel, zur Kontrolle des Luftverschmutzungsgrads, der Feuchte, von Gerüchen oder der Temperatur

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.44]

3.40

Lüftungsrate

Luftvolumenstrom, mit dem Außenluft in ein Gebäude oder einen geschlossenen Raum eintritt

[QUELLE: ISO 16814:2008, 3.45]

4 Allgemeines

Um das Umfeld in einem Archiv oder einer Bibliothek zu steuern, sollten Ziele für die Planungsphase und für das Treffen von Entscheidungen bestimmt werden. Es sollte festgelegt werden, welchem Zweck das Umfeldmanagement im Hinblick auf die Erfüllung von Erhaltungsanforderungen der Sammlungen dienen soll. Das Umfeldmanagement ist die wohl wichtigste Erhaltungsmaßnahme für alle Bestände, um die Verschlechterung des Zustands von in Archiv- und Bibliothekssammlungen vorhandenen Materialien größtmöglich zu verlangsamen. Die Bestimmung der in materieller Hinsicht zu erwartenden Lebensdauer der Sammlungen anhand von Bewertungsinstrumenten (vgl. 15.1.2 und 15.1.3) kann helfen, die Exposition gegenüber hohen Temperaturen und hoher relativer Feuchte zu begrenzen und innerhalb der Sammlungen die Prioritäten festzulegen, mit denen man die Aufrechterhaltung der bestmöglichen Umgebung erreicht. Dafür sind Kenntnisse der Sammlungen und der speziellen Anfälligkeiten ihrer Materialien und Formate erforderlich.

Es wird empfohlen, Daten zu den Sammlungen zu erheben, einschließlich:

- der in jeder Sammlung vorhandenen Materialien und ihrer jeweiligen Menge;
- die Bedeutung der Objekte und die dieser Bedeutung zugrundeliegenden Aspekte;
- der erhofften Lebensdauer der Objekte;
- des aktuellen Zustands der Sammlungen;
- der Art und Weise, in der die Sammlungen genutzt werden, einschließlich der Aufbewahrung, Handhabung, Ausstellung und Entleiherung;
- der bisherigen Erhaltungsmaßnahmen oder anderen Eingriffe, die die Stabilität oder Anfälligkeit beeinflussen könnten.

Die Mengen können näherungsweise bestimmt werden, es ist jedoch wichtig, alle vorhandenen Materialien festzustellen.

Die Institution muss Daten zum dem jeweiligen Umfeld erheben, in dem Sammlungen aufbewahrt, gehandhabt, ausgestellt oder ausgeliehen werden, einschließlich:

- Aufzeichnungen der Innen- und Außentemperatur und der relativen Feuchte;
- Aufzeichnungen der Beleuchtungsstärke der Objekte durch sichtbares und UV-Licht und die Dauer dieser Exposition;
- Aufzeichnungen gas- und partikelförmiger Schadstoffe, denen die Objekte ausgesetzt sind;
- wenn aktive Verfahren zur Umfeldkontrolle eingesetzt werden, wie etwa Lüftung, Filterung, Kühlung, Befeuchtung und Entfeuchtung, müssen die Steuerungseinstellungen und alle daran vorgenommenen Änderungen (z. B. jahreszeitliche Änderungen) sowie die von diesen Anlagen verbrauchte Energiemenge aufgezeichnet werden.

Soweit möglich, sollten Aufzeichnungen der Bedingungen von sämtlichen Umgebungen, in denen Sammlungen aufbewahrt werden, erstellt werden.

Alle Geräte zur Überwachung des Umfelds sollten gemäß den Empfehlungen der Hersteller instandgehalten und regelmäßig kalibriert werden.

Die Aufzeichnungen sollten aufbewahrt und regelmäßig ausgewertet werden, um jahreszeitliche oder langfristige Trends zu erkennen.

Durch die beschafften Informationen ist eine Institution in der Lage, Umgebungsrisiken für Sammlungen zu beurteilen.

Nach Ermittlung der Risiken kann eine Institution eine Richtlinie für die Aufbewahrung, Handhabung, Ausstellung und Entleihung von Objekten erstellen. Darin können beispielsweise obere und untere Grenzwerte, Wechselrate und Schwankungen der Temperatur und der relativen Feuchte, die maximale Exposition unter sichtbarem und UV-Licht sowie die maximal zulässigen Konzentrationen gas- und partikelförmiger Schadstoffe festgelegt werden.

Wenn Anlagentechnik zur Umfeldsteuerung angewandt wird, sollte die Institution den Verbrauch nicht erneuerbarer Energie möglichst gering halten.

5 Umfeldmanagement zur Optimierung der Erhaltung und Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit bei der Bewahrung von Archiv- und Bibliotheksbeständen fordert von Institutionen, sich dem Erhaltungsprozess mit einer anderen Einstellung zu widmen, als es in der Vergangenheit üblich war. Festgelegte Umgebungsbedingungen oder Arten des Gebäudebetriebs sind nicht für alle Sammlungen unter allen Umständen geeignet, und eine Erhaltung unter Vernachlässigung der Energiekosten und des Verbrauchs nicht erneuerbarer Ressourcen ist nicht länger praktikabel. Für das Thema Nachhaltigkeit bei der optimierten Bewahrung ist es wichtig, den Gebäudebetrieb zu betrachten. Eine optimale Aufbewahrungsumgebung ist die Umgebung, die die bestmögliche Erhaltung von Sammlungen bei geringstmöglichen Energiekosten langfristig nachhaltig ermöglicht.

Die Optimierung erfordert ein ganzheitliches Verständnis der Sammlungen und der Gebäude, in denen sie aufbewahrt werden. Hierbei geht es nicht allein um Temperatur, relative Feuchte und andere Umgebungsfaktoren, sondern um das allgemeine Risikomanagement für die Sammlungen, ein Bewusstsein für die Herausforderungen oder Vorteile des lokalen Klimas und das Wissen, wie das Gebäude und alle technischen Anlagen gestaltet sind, um diese Außenbedingungen zu mildern. Die Kenntnis und die Beachtung dieser Faktoren führt zu drei grundlegenden Fragen, die zu berücksichtigen sind, wenn Institutionen den Wechsel von verbindlichen Umgebungsnormen zu örtlich erprobten und bewährten Verfahren der Erhaltung und Energienutzung bewältigen wollen.

- Welche Erhaltungsumgebung liegt vor?
- Kann oder muss diese Umgebung verbessert werden?
- Wird mehr Energie als notwendig verbraucht, um diese Bedingungen zu erreichen?

Wie bei vielen anderen Aspekten des Bestandserhaltungsmanagements handelt es sich auch bei der Erstellung und Optimierung einer nachhaltigen Aufbewahrungsumgebung nicht um ein einmaliges Projekt, sondern vielmehr um einen fortlaufenden Prozess, der dauerhaft betrieben und überwacht werden sollte.

Um diesen Wandel einzuleiten, ist ein interdisziplinär zusammengesetztes Umfeldmanagementteam aus Mitgliedern der Bereiche Sammlungsmanagement und Bestandserhaltung (präventive Konservierung), Gebäude- und Anlagenmanagement oder Ingenieurswesen und Institutionsverwaltung nötig, das über die erforderlichen Fertigkeiten und Kenntnisse verfügt. Der Prozess erfordert einen Leiter zur Steuerung der Arbeit der Gruppe, der möglichst aus dem Personal der Einrichtung stammt. Das Ziel besteht darin, die Entscheidungsfindung zur Gestaltung von Aufbewahrungsumgebungen zu fördern, wobei Bestandserhaltungs-, gebäudetechnische und Verwaltungsanforderungen zu berücksichtigen sind. Um dieses Maß an Kommunikation zu erreichen, sollten sich die Teammitglieder um ein breiteres Verständnis der Aufgaben ihrer Kollegen bemühen, d. h. es ist wichtig, dass das Sammlungspersonal die Räumlichkeiten und technischen Anlagen kennenlernt, und dass im Gegen-

zug das technische Personal mehr über die Sammlungen der Institution und ihre Erhaltungsanforderungen erfährt.

Es empfiehlt sich, als Gruppe die vorhandenen Lern- und Beurteilungstools (siehe Abschnitt 15) zu nutzen oder Fachkollegen in vergleichbaren Institutionen oder Umweltmanagementberater für Kultureinrichtungen heranzuziehen oder auch internationale (d. h. ICOM, IFLA und OCA) sowie nationale und akademische Institutionen oder Verbände zu konsultieren.

Sobald das Team gebildet wurde, beginnt ein auf Dauer angelegter Optimierungsprozess, der die folgenden Schritte umfasst:

- Dokumentation;
- Datenerhebung;
- Analyse;
- Erprobung und Implementierung;
- Beurteilung und Aufrechterhaltung.

Dokumentation ist der Prozess des Erstellens einer gemeinsamen Informationsdatenbank über Außenklima, Gebäudemerkmale, Sammlungen und ihre Erhaltungsanforderungen sowie alle technischen Anlagen, die sich auf die Sammlungsumgebung auswirken können. Manche Informationen stehen durch vorhandene Dokumente zur Verfügung, während andere, wie etwa der Aufbau technischer Anlagen oder die Lage verschiedener Sammlungen, gegebenenfalls im Rahmen des Prozesses ermittelt werden müssen.

Bei der Datenerhebung handelt es sich um Verfahren, die die Verwendung von Datenloggern, Gebäudemanagementsystemen oder anderen Quellen für Messwerte zu Temperatur, relativer Feuchte, Luftströmungen, Licht oder Schadstoffen, beinhalten und Informationen über längerfristige Umgebungstrends in Sammlungen und anderen Gebäudebereichen geben. Ziel ist es, repräsentative Informationen zu erhalten, die datenbasierte Entscheidungen zu Umfeldbedingungen für die Erhaltung von Sammlungen erlauben. Die Daten sollten aus jedem Bereich erhoben werden, in dem Sammlungen aufbewahrt, ausgestellt, benutzt oder bearbeitet werden oder aus anderen Gründen für längere Zeit lagern. Der Zeitraum der Datenerhebung kann variieren, sollte jedoch mindestens ein Jahr dauern, um das Verhalten des jeweiligen Umfelds in Abhängigkeit von wechselnden Außenbedingungen nachvollziehen zu können. Unter allen Umständen gilt: Je länger der Datenerhebungszeitraum, desto nützlicher werden die Informationen für die Beurteilung und Entscheidungsfindung sein, da sie ein Mittel sind, Aufbewahrungsbedingungen sowie die Leistung des Gebäudes und der technischen Anlagen längerfristig nachzuvollziehen.

Wenn automatisierte Überwachungssysteme verwendet werden, sollten diese so beschaffen sein, dass sie jeden Zustand jenseits der Grenzwerte unverzüglich durch einen Alarm oder eine ähnliche Vorrichtung anzeigen. Computerbasierte Datenüberwachungssysteme können installiert werden und so die Erhaltungsplanung unterstützen und darüber hinaus Trends aufzeigen. Die Sensoren sollten sorgfältig platziert werden, um sicherzustellen, dass die Daten für den gesamten Raum repräsentativ sind; es ist z. B. nicht ratsam, sich auf nur einen Sensor im Abluftkanal zu verlassen.

Bei der Analyse handelt es sich um den Prozess der Untersuchung der verfügbaren Daten zu Temperatur, relativer Feuchte, Licht, vorhandenen Schadstoffen oder Schädlingen (IPM) und anderen damit verbundenen Faktoren, um Erhaltungsrisiken zu identifizieren und zu beurteilen. Die Analyse kann darin bestehen, aufgezeichnete Daten einfach mit den Sollwerten zu vergleichen oder aber eine ausführliche Untersuchung mit verschiedenen Messgeräten durchzuführen (siehe Abschnitt 15). Über die Identifizierung hinaus ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Analyse der Vergleich des Risikograds verschiedener Gefahren, um festzustellen, wo die Prioritäten bei der Risikominimierung liegen sollten (z. B. Senkung der relativen Feuchte zur Reduzierung des Schimmelrisikos oder Senkung der Temperatur zur Reduzierung der chemischen Abbaugeschwindigkeit). Darüber hinaus kann eine durch das Umfeldmanagementteam durchgeführte Analyse helfen, Möglichkeiten für eine nachhaltiger betriebene Sammlungsumgebung zu schaffen, indem man z. B. Fälle von Überhitzung oder Feuch-

tebildung in Räumen feststellt. Im Zuge der Analyse sollte das Team die identifizierten Risiken und Chancen für die Erhaltung der Sammlungen oder für Energieeinsparungen dokumentieren. Nach der Dokumentation sollte das Team den Risiken und Chancen jeweils Prioritäten zuweisen.

Das Experimentieren mit und die Implementierung von neuen Umgebungsbedingungen oder Einstellungen des Gebäudebetriebs oder technischer Anlagen ermöglicht es dem Team, neue Strategien zu prüfen und festzulegen, die entweder für die Erhaltung eingesetzt werden können oder zu Energieeinsparungen ohne negative Auswirkungen auf die Erhaltung oder auch zum Erreichen beider Ziele. Vorgeschlagene Änderungen in der Verwaltung oder der Methodik sollten üblicherweise zu verschiedenen Jahreszeiten für Zeiträume von zwei bis vier Wochen geprüft werden. Das Team sollte die Datenerhebung für den betroffenen Raum während der gesamten Prüfdauer fortsetzen und die Daten anschließend analysieren, um zu bestimmen, ob die Anpassung hinsichtlich des dokumentierten Risikos oder der Chance erfolgreich war, welche allgemeinen Auswirkungen auf die Erhaltungsumgebung aufgetreten sind und ob die geprüfte Strategie als Teil des regulären Betriebs des Gebäudes/der Anlage/der Umgebung beibehalten wird.

Sobald das Team mögliche Strategien für die Leistungsoptimierung der Aufbewahrungsumgebung geprüft und eine geeignete Strategie übernommen hat, tritt der Prozess in die Beurteilungs- und Aufrechterhaltungsphase ein. Während die Datenerhebung im Raum fortgesetzt wird, kann das Team die Daten in Kombination mit weiteren Instrumenten oder Messgrößen nutzen, um die Auswirkung der Änderungen auf die allgemeine Erhaltungsqualität des Raums oder die Auswirkung von Energieoptimierungsmaßnahmen auf die Nachhaltigkeit oder die Energieverbrauchsziele hin zu beurteilen und zu quantifizieren. Auf diese Weise wird geprüft, ob die Strategien den erwarteten Erfolg erzielen werden. Die Ergebnisse der Quantifizierung dienen jedoch auch als wertvolles Kommunikationsinstrument für die Verwaltung der Institution und gegenüber Kollegen. Der fortlaufende Prozess der Beurteilung sollte regelmäßige Prüfungen der Daten, Strategien und betrieblichen Richtlinien umfassen, um sicherzustellen, dass die Sammlungsumgebung, das Gebäude und alle technischen Anlagen weiterhin so funktionieren, wie durch das Team festgelegt. Wenn Veränderungen oder Anomalien festgestellt werden, kann das Team die Schritte des Arbeitsoptimierungsprozesses gegebenenfalls wiederholen, um geeignete Korrekturen der Umgebungsbedingungen vorzuschlagen und zu festzulegen. Wenn das Team die Aufrechterhaltungsphase des Prozesses erreicht hat, kann es geeignete Verfahren entwickeln, um den Optimierungsprozess in die normalen Betriebsverfahren und Arbeitsabläufe der Institution zu integrieren.

Ein Großteil dieses Prozesses wird ausführlicher in Literaturhinweis [91] beschrieben.

6 Temperatur

Vorgaben zu Umgebungsbedingungen müssen Parameter für die Temperatur enthalten, die es ermöglichen, die zu erwartende Lebensdauer der Sammlungen unter Berücksichtigung der Materialien und Strukturen der Sammlungsobjekte und ihrer Empfindlichkeit gegenüber Temperaturen und Temperaturänderungen zu erreichen. Diese Parameter müssen Folgendes enthalten:

- a) den zulässigen oberen Temperaturgrenzwert;
- b) den zulässigen unteren Temperaturgrenzwert;
- c) die zulässige Temperaturänderungsgeschwindigkeit;
- d) die zulässigen Temperaturschwankungen einschließlich des Zeitrahmens (täglich, wöchentlich und jahreszeitlich);
- e) die Angabe eines Ziels oder Zielbereichs.

ANMERKUNG 1 Die Temperatureinstellungen richten sich nach der Taupunktsteuerung im Raum und den festgelegten relativen Feuchteparametern. Siehe Abschnitt 13.

ANMERKUNG 2 Die Punkte c) und d) waren Gegenstand von Forschungen und die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Wechselraten und Schwankungen weniger signifikant für Archiv- und Bibliothekssammlungen sind, als in vorherigen Normen angegeben [130].

Die Geschwindigkeit vieler chemischer, biologischer und physikalischer Abbaumechanismen erhöht sich proportional zum Temperaturanstieg. Temperaturänderungen in einem Sammlungsraum können zu einer Verschlechterung des Zustands führen. In Anbetracht der unterschiedlichen Abhängigkeiten dieser Mechanismen von der Temperatur und ihrer unterschiedlichen Auswirkung auf Sammlungen kann weder ein allgemeingültiger Temperaturbereich und noch eine allgemeingültige zulässige Schwankung festgelegt werden.

Versuche, allgemein gültige Aufbewahrungsbedingungen für alle Bestände zu etablieren, indem man sich an Bedingungen orientiert, die nur für besonders empfindliche Bestände erforderlich sind, können ein Schadensrisiko für andere Bestände bedeuten und zu ungerechtfertigter Erhöhung des Energieverbrauchs führen. Wenn weniger empfindliche Bestände nur eine geringe Anzahl empfindlicher Objekte enthalten, kann es einfacher und kosteneffizienter sein, sie unter kontrollierten Kallagerungsbedingungen aufzubewahren.

Chemische Reaktionen beschleunigen sich exponentiell mit steigender Temperatur. Unterschiedliche Materialien reagieren unterschiedlich empfindlich auf Temperaturveränderungen (siehe Anhang A). Für organische Materialien gilt annähernd, dass sich die Reaktionsgeschwindigkeit mit jedem Temperaturanstieg um 5 °C verdoppelt. Obwohl bereits eine Reduzierung der Temperatur oder der relativen Feuchte die Abbaugeschwindigkeit der Materialien verringert, hat die gleichzeitige Reduzierung beider Faktoren eine erheblich größere Wirkung.

Ein einfacher Ansatz für die Umgebung vieler Bestände ist, eine möglichst kühle Temperatur bei einer moderaten relativen Feuchte von 30 % bis 55 % aufrechtzuerhalten. Die Risiken für spezifische Materialien können dabei jedoch erheblich variieren.

Viele in Sammlungen vorhandene Materialien können bei Raumtemperatur mehrere hundert Jahre erhalten werden, doch bei einigen Kunststoffen, wie Celluloseacetat, und auch bei säurehaltigen Papieren kann bei 25 °C nur von einer Beständigkeit ausgegangen werden, die einige Jahrzehnte währt. Die hydrolysebedingte Abbaugeschwindigkeit von Cellulose als organischem Material verdoppelt sich näherungsweise mit jedem Temperaturanstieg um 5 °C [70]. Wenn in Bezug auf Cellulose bei 20 °C von einer akzeptablen Beständigkeit auszugehen ist, reduziert sich diese demnach bei 25 °C zeitlich auf ungefähr die Hälfte und bei 30 °C auf etwa ein Viertel des Ausgangswerts.

Neben langsamen und kontinuierlichen Abbaumechanismen werden einige Materialien auch direkt durch hohe oder niedrige Temperaturen beeinflusst. Beispielsweise kann eine Temperatur von mehr als 30 °C auf der Oberfläche mancher Materialien zu dauerhaften Verformungen, zu Veränderungen des Glanzes oder zum Schmelzen führen.

ANMERKUNG 3 Materialien wie Polyethylen und Bienenwachs mit einer Glasübergangstemperatur (T_g) nahe oder unter der Raumtemperatur können bei Raumtemperatur erweichen. Wenn die Temperatur 30 °C für einen längeren Zeitraum überschreitet, kann langsames Kriechen oder Fließen von Materialbestandteilen auftreten und zu einer dauerhaften Verformung der Materialien führen. In Anwesenheit luftgetragener Schmutzstoffe steigt zudem die Verschmutzungsanfälligkeit dieser Materialien.

Sehr niedrige Temperaturen verlangsamen effektiv den chemischen Abbau und sollten für einige Arten hochempfindlicher Materialien aufrechterhalten werden.

ANMERKUNG 4 Einige Materialien verspröden unter ihrer T_g , so dass ein erhöhtes Risiko anderer physischer Schäden durch Bewegung oder Stoß besteht (z. B. Fotorollfilme, beschädigtes Leder).

Auch wenn viele Materialien vergleichsweise unempfindlich gegenüber hohen oder niedrigen Temperaturen sind, sind Temperaturveränderungen mit Veränderungen der relativen Feuchte verbunden, sofern die Umgebung nicht aktiv kontrolliert wird. Es ist anzunehmen, dass die Veränderungen der relativen Feuchte schädlicher sind als die Temperaturänderungen selbst (siehe Abschnitt 7). Es kann davon ausgegangen werden, dass die relative Feuchte pro Grad Celsius (°C) Temperaturrückgang um 3 % ansteigt und umgekehrt.

Zusätzlich zu den Auswirkungen hoher oder niedriger Temperaturen können manche Materialien durch plötzliche Temperaturveränderungen beschädigt werden. Wenn sich beispielsweise die Oberflächentemperatur eines Objekts über einen kürzeren Zeitraum ändert, als es seiner Reaktionszeit entspricht, tritt ein

interner Temperaturgradient auf und verursacht innere Spannungen. Die thermische Reaktionszeit von Objekten liegt je nach Dicke und Beschaffenheit ihrer Materialien zwischen Minuten und Stunden. Plötzliche Temperaturveränderungen können beispielsweise auftreten, wenn direktes Sonnenlicht auf ein Objekt oder eine Vitrine fällt oder wenn Licht in Ausstellungen ein- oder ausgeschaltet wird. Daher sollte es Objekten ermöglicht werden, sich über einen Zeitraum anzupassen, der um ein Vielfaches länger ist als die langsamste Reaktionszeit der Objekte. Die Steuerung von Heiz- und Kühlanlagen sollte dahingehend geprüft werden, dass keine großen oder schnell schwankenden Temperaturveränderungen auftreten.

ANMERKUNG 5 Anhang B enthält eine grafische Darstellung der temperaturbezogenen Schadens- und Abbaurisiken und des Energiebedarfs in Korrelation zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Temperatur.

ANMERKUNG 6 Anhang D enthält eine ausführlichere Orientierungshilfe zu Materialschäden und -abbau sowie temperatur- und feuchtebezogenen Risiken für eine repräsentative Auswahl von in Sammlungen vorhandenen Materialien.

ANMERKUNG 7 Weitere Anforderungen an die Temperatur und relative Feuchte zur Begrenzung klimatisch induzierter mechanischer Schäden in organischen hygroskopischen Materialien sind in DIN EN 15757 [18] enthalten.

7 Relative Feuchte

Bei den Umgebungsbedingungen müssen Parameter für die relative Feuchte (RH) so gewählt werden, dass sie es ermöglichen, die angestrebte Erhaltungsdauer von Beständen zu erreichen. Zu berücksichtigen sind Materialien und Strukturen der Sammlungsobjekte einschließlich ihrer jeweiligen Empfindlichkeit gegenüber bestimmten Werten der relativen Feuchte und die sich daraus möglicherweise ergebenden materiellen und strukturellen Veränderungen. Die Parameter müssen Folgendes enthalten:

- a) den zulässigen oberen Grenzwert der relativen Feuchte;
- b) den zulässigen unteren Grenzwert der relativen Feuchte;
- c) die zulässige Veränderungsgeschwindigkeit der relativen Feuchte;
- d) die zulässigen Schwankungen der relativen Feuchte einschließlich des Zeitrahmens (täglich, wöchentlich und jahreszeitlich);
- e) die Angabe eines Ziels oder Zielbereichs.

ANMERKUNG 1 Die Parameter der relativen Feuchte hängen von der Taupunktsteuerung im Raum und den festgelegten Temperatureinstellungen ab. Siehe Abschnitt 13.

ANMERKUNG 2 Die Punkte c) und d) waren Gegenstand von Forschungen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Veränderungshäufigkeit und die Schwankungen weniger signifikant für Archiv- und Bibliothekssammlungen sind, als in vorherigen Normen angegeben [130].

Die relative Feuchte (RH) beeinflusst die Geschwindigkeit vieler chemischer, biologischer und physikalischer Abbaumechanismen. Auch Schwankungen der relativen Feuchte können zu Veränderungen des Zustands führen. In Anbetracht der unterschiedlichen Abhängigkeiten der Abbaumechanismen von der relativen Feuchte und ihrer jeweiligen Auswirkung auf Bestände können weder allgemeingültig ein sicherer relativer Feuchtebereich noch eine zulässige Schwankung festgelegt werden.

Versuche, allgemein gültige Aufbewahrungsbedingungen für alle Bestände zu etablieren, indem man sich an Bedingungen orientiert, die nur für besonders empfindliche Bestände erforderlich sind, können ein Schadensrisiko für andere Bestände bedeuten und zu ungerechtfertigter Erhöhung des Energieverbrauchs führen. Wenn weniger empfindliche Bestände nur eine geringe Anzahl empfindlicher Objekte enthalten, ist es einfacher und kosteneffizienter, diese einzeln oder zusammen in einer Mikroumgebung mit kontrollierter relativer Feuchte aufzubewahren oder bei größeren Mengen in einem klimatisierten Schrank oder einem separaten Lagerraum.

Archiv- und Bibliothekssammlungen enthalten viele hygroskopische organische Materialien, die bei hoher relativer Feuchte Wasserdampf absorbieren und bei geringer relativer Feuchte verlieren. Diese Veränderungen des Feuchtegehalts gehen mit Dimensionsveränderungen einher, die physische Schäden an Objekten verursachen können (z. B. Splintern, Verwerfen oder Verlust von Oberflächenpigmenten). Anorganische Materialien sind üblicherweise nicht hygroskopisch und daher dimensionsstabil, doch einige Materialien (z. B. Metalle, bestimmte Glasarten) können bei hoher relativer Feuchte korrodieren.

Hygroskopische organische Materialien umfassen Holz, Papier, die meisten natürlichen Textilfasern, Pergament, tierischen Leim, Gelatine, die meisten fotografischen Medien und die meisten Farbmedien. Sie reagieren jeweils unterschiedlich auf Veränderungen der relativen Feuchte mit Dimensionsveränderungen und der mechanischen Eigenschaften. Der obere Grenzwert ist in diesen Fällen abhängig von der relativen Feuchte, bei der ein Objekt sich im Gleichgewichtszustand befindet. Für ein Objekt, das bei 20 % relativer Feuchte im Gleichgewicht ist, könnte beispielsweise ein Anstieg auf 50 % relative Feuchte schädlich sein, während 55 % relative Feuchte für ein Objekt, das sich bei 50 % relativer Feuchte im Gleichgewicht befindet, akzeptabel wären.

Die Reaktionszeit eines Objekts auf Veränderungen der relativen Feuchte hängt von den Materialeigenschaften ab und variiert hinsichtlich Dicke, Durchlässigkeit und Oberflächenexposition. Dünne Blätter organischen Materials bis zu einer Dicke von 1 mm, die vollständig der Luft ausgesetzt sind, reagieren innerhalb von Minuten, während unbeschichtete Objekte aus Holz mit einer Dicke von 1 cm oder mehr oder dichte Papierstapel Tage und stark beschichtetes oder massives Holz Wochen oder Monate für eine vollständige Reaktion benötigen.

Die Aufbewahrung von Objekten in Schutzverpackungen kann die Reaktionszeit je nach Luftdichtheit und Pufferkapazität der Schutzverpackung verlangsamen.

Auch wenn hygroskopische Materialien ihre eigene Umgebung zu einem gewissen Grad abhängig von Menge und Schutzverpackungen puffern, sollten empfindliche Materialien wie Metalle niemals in einem undurchdringlichen Behälter ohne Puffer zur Kontrolle der relativen Feuchte versiegelt werden.

Feuchte fördert viele Arten chemischen Abbaus, darunter insbesondere Hydrolyse, aber auch Oxidation und schadstoffbedingte Veränderungen. Die relative Feuchte sollte gering gehalten werden, um die chemische Abbaugeschwindigkeit zu verlangsamen, jedoch nicht unter 30 % liegen, wenn dies nicht zuvor als akzeptabel festgelegt wurde. Eine geringere relative Feuchte kann für einige Materialien von Vorteil sein und ist zulässig, wenn kein Risiko eines physischen Schadens besteht. Eine Akklimatisierung wird erforderlich sein, wenn bei einer geringen relativen Feuchte aufbewahrte Objekte in einen Bereich mit höherer relativer Feuchte gebracht werden und umgekehrt.

Bei einer relativen Feuchte von 75 % erhöht sich die Dimensionsveränderung pro 5 % Anstieg der relativen Feuchte exponentiell. Siehe ANMERKUNG 2 in Anhang C.

Anhang C enthält eine grafische Darstellung des relativen Schadens- und Abbaurisikos aufgrund der relativen Feuchte sowie des von der Aufrechterhaltung einer bestimmten Temperatur abhängigen Energiebedarfs. Während die Reduzierung der relativen Feuchte oder der Temperatur im Einzelnen die Abbaugeschwindigkeit der Materialien verringert, hat die gleichzeitige Reduzierung beider Werte eine erheblich größere Wirkung.

Anhang D enthält eine ausführlichere Orientierungshilfe zu Materialschäden und -abbau sowie temperatur- und feuchtebezogenen Risiken für eine repräsentative Auswahl von in Sammlungen vorhandenen Materialien. In dem Zusammenhang wird auch auf die Anforderungen an die Temperatur und relative Feuchte zur Begrenzung klimatisch induzierter mechanischer Schäden in hygroskopischen organischen Materialien in DIN EN 15757 [18] verwiesen.

Zusätzlich zum durch Hydrolyse und Oxidation verursachten chemischen Abbau und den durch Dehnung und Zusammenziehen verursachten physischen Schäden können organische Materialien auch mikrobiologisch durch Schimmel und Bakterien beschädigt werden. Keimung und Wachstumsgeschwindigkeit von Schimmelpilzen sind von der relativen Feuchte, Temperatur, Luftbewegung, Schimmelart und von der Nährqualität des organischen Substrates abhängig. Als vorsorglicher Grenzwert gelten 65 % relative Feuchte bei 20 °C. Bei geringeren Temperaturen würde ein Keimen des Schimmels länger dauern.

ANMERKUNG 3 Zur Einschätzung der Dauer des sichtbaren Wachstums von Schimmel bei höherer relativer Feuchte siehe Literaturhinweise [35], [141] und [199].

Schimmel entwickelt sich eher bei Vorhandensein von Kohlenhydraten, Proteinen (wie Gelatine und tierischer Leim) und einigen Wachsen sowie synthetischen Polymeren wie Polyvinylacetat. Diese finden sich beispielsweise auf verschmutztem oder geleimtem Papier und Textilien und auf stark verstaubten Objekten.

8 Klima und seine Konsequenzen für Sammlungen

8.1 Allgemeines

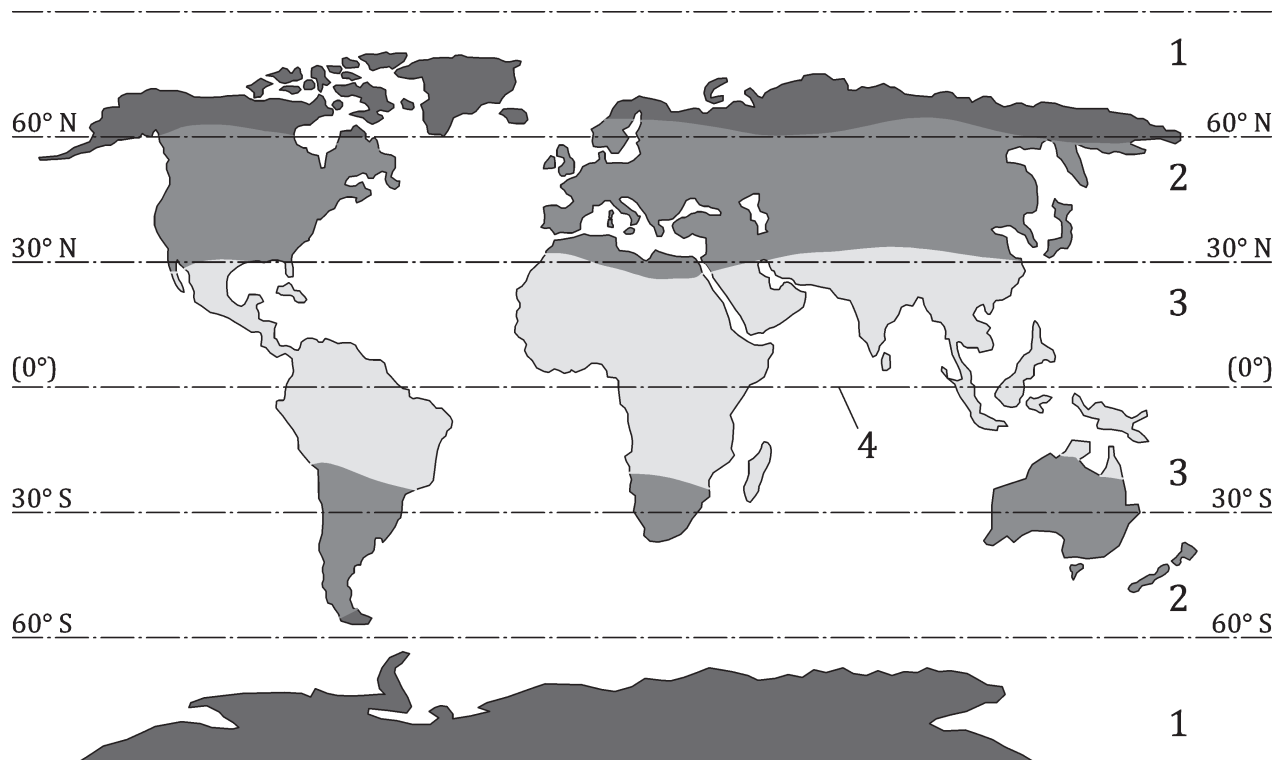


Bild 1 — Klimakarte

Die in Bild 1 dargestellten verschiedenen Klimata der Welt können auf unterschiedliche Weise eingestuft werden, beispielsweise durch die Köppen-Geiger-Klassifizierung. Aus Gründen der Einfachheit ist aber auch eine Einteilung in vier Kategorien möglich: kühl und trocken, kühl und feucht, warm und trocken und warm und feucht.

Dabei handelt es sich um eine sehr starke Vereinfachung, die jedoch für das Anliegen dieses Dokuments geeignet ist. Das lokale Klima kann erheblich durch Faktoren wie die Nähe zu großen Wasserflächen (Seen, Meere) und Höhe beeinflusst werden. Die Auswirkungen des Klimawandels sind noch nicht vollständig bekannt, doch ist zu erwarten, dass extreme Wetterereignisse in Zukunft häufiger auftreten und die Höchsttemperaturen steigen werden. Diese Faktoren sollten bei der Erhaltungsplanung berücksichtigt werden. Die Risiken für Bestände variieren in den verschiedenen Zonen und menschliche Reaktionen auf diese Risiken fallen unterschiedlich aus. Das Ziel der Gebäudegestaltung sollte immer darin bestehen, das Innenklima zu stabilisieren, indem es soweit wie möglich von äußeren Veränderungen abgeschirmt wird. Dies wird traditionell durch massive und kostenintensive Bauweisen erreicht. Im Vergleich dazu können Leichtbauisolierungen ebenso wirksam und kosteneffizienter sein. Die Innenraumbedingungen in gemäßigten Klimazonen können während des größten Teils des Jahres akzeptabel sein und nur im tiefen Winter und im Hochsommer eine technische Regulierung erforderlich machen.

a) Kühl und trocken (mittlere Wintertemperatur unter 4 °C und mittlere relative Feuchte unter 40 %)

BEISPIEL Nördliche Regionen von Nordamerika, Zentralasien.

Geringe Temperaturen und eine geringe relative Feuchte sind im Allgemeinen vorteilhaft für die Erhaltung der meisten Materialien. Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen (z. B. Korrosion, Hydrolyse) sind reduziert und biologische Wirkstoffe (z. B. schädigende Insekten, Schimmelpilze) werden gehemmt. Aufbewahrungsbereiche ohne oder mit nur seltener Anwesenheit von Menschen brauchen gegebenenfalls nicht beheizt oder befeuchtet zu werden.

Für den menschlichen Komfort ist im Winter grundsätzlich eine Beheizung erforderlich. Die damit einhergehende geringere relative Feuchte der Umgebung führt zu einer gefährlich geringen relativen Feuchte im direkten Umfeld hygroskopischer organischer Materialien. Bereiche, in denen Sammlungen genutzt oder ausgestellt werden (z. B. Lesesäle, Ausstellungsvitrinen), werden daher zu befeuchten sein. Der Betrieb verursacht Investitions- und Energiekosten für die Einrichtungen. Darüber hinaus ergeben sich Konsequenzen für die Ausstattung des Gebäudes: Wasserdampf gelangt nach außen, und ohne effiziente Dampfbarriere wird Kondensation oder sogar Frost an den Außenwänden auftreten und möglicherweise schwere bauliche Schäden verursachen. Objekte müssen akklimatisiert werden, wenn sie aus einem unbeheizten Aufbewahrungsraum in warme befeuchtete Bereiche oder von dort zurück in den Aufbewahrungsraum gebracht werden.

b) Kühl und feucht (mittlere Wintertemperatur unter 4 °C und mittlere relative Feuchte über 60 %)

BEISPIEL Nord- und Mitteleuropa, große Teile von Nordamerika.

Die vorrangige Gefahr in diesem Klima ist das Wachstum von Schimmel.

Auch in diesen Klimaregionen ist eine Beheizung im Winter für den menschlichen Komfort erforderlich. Die relative Feuchte in beheizten Bereichen wird ebenfalls zu gering sein, sofern keine Befeuchtung erfolgt. Unbeheizte Aufbewahrungsbereiche hingegen werden zu feucht sein: Um eine akzeptable relative Feuchte zu erzielen und Risiken wie die Korrosion von Metallen oder Schimmelbefall von organischen Materialien zu reduzieren, müssen diese Räume entweder entfeuchtet oder mit einer hygrostatgeregelten Heizung (Konservierungsheizung) ausgestattet werden. In beiden Fällen entstehen Investitions- und Energiekosten.

c) Warm und trocken (mittlere Jahrestemperatur über 18 °C und mittlere relative Feuchte unter 40 %)

BEISPIEL Nordafrika, große Teile des Mittleren Ostens und Australiens.

Eine Gebäudegestaltung unter Nutzung passiver Methoden, wie z. B. der Isolierung der Aufbewahrungsbereiche gegenüber dem Außenklima, kühlender Winde, natürlicher Verschattungen, massiver Bauweise und effizienter Wärmedämmung, kann den Bedarf an technischer Kühlung reduzieren oder beseitigen. Die in diesen Regionen geringe relative Feuchte wird der erhöhten Abbaugeschwindigkeit des Materials durch hohe Temperaturen entgegenwirken. Wenn Sammlungen technisch gekühlt werden, kann eine Entfeuchtung erforderlich sein. Dies führt zu höheren Investitions- und Betriebskosten. Technische Kühlung und gegebenenfalls Befeuchtung können für den menschlichen Komfort erforderlich sein.

d) Warm und feucht (mittlere Jahrestemperatur über 18 °C und mittlere relative Feuchte über 60 %)

BEISPIEL Karibik, Südostasien, Amazonas.

Hohe Temperaturen und hohe relative Feuchte erhöhen die Abbaugeschwindigkeit der meisten Materialien. Eine Gebäudegestaltung unter Ausnutzung passiver Methoden, wie z. B. der Isolierung der Aufbewahrungsbereiche gegenüber dem Außenklima, kühlender Winde, natürlicher Verschattungen, massiver Bauweise und effizienter Wärmedämmung, kann den Bedarf an technischer Kühlung reduzieren oder beseitigen. Zur Erhaltung der Sammlungen kann es erforderlich sein, technisch zu kühlen und zu entfeuchten. Durch natürliche Belüftung und das Vermeiden von Bereichen mit stehender Luft können bestehende Risiken, wie Metallkorrosion oder Schimmelwachstum an organischen Objekten, gemindert werden. Für den menschlichen Komfort können technische Kühlung und Entfeuchtung erforderlich sein.

8.2 Jahreszeitliche Klimata

Außerhalb tropischer Regionen, in denen die Temperatur und die relative Feuchte während des gesamten Jahres recht gleichmäßig sind, bestehen jahreszeitliche Klimaschwankungen zwischen Wärme und Kälte oder Feuchte und Trockenheit usw. Aufgrund dieser natürlichen Schwankungen können die äußeren Bedingungen für die Erhaltung von Beständen in bestimmten Jahreszeiten besser sein als in anderen, sodass eine energieintensive Anpassung des Innenraumklimas während dieser Jahreszeiten weniger erforderlich ist.

9 Insekten und andere Schädlinge

Insekten oder andere Schädlinge können Archiv- und Bibliothekssammlungen erhebliche Verluste zufügen. Ein unentdeckter Schädlingsbefall (zum Beispiel mit Silberfischchen oder Termiten) kann den Sammlungen erheblich schaden. Auch chemische Behandlungen zur Eindämmung des Schädlingsbefalls können für Sammlungen sehr schädlich sein. Das wichtigste Ziel sollte darin bestehen, Insekten und andere Schädlinge zu vermeiden, ihnen den Zugang zu verwehren oder sie dort zu bekämpfen, wo dem sie eindringen, wie etwa am Boden, über die Wände oder das Dach von Gebäuden und durch alle äußeren Öffnungen. Gute Sammlungsmanagementpraktiken und ein integriertes Schädlingsbekämpfungsprogramm (en: Integrated Pest Management/IPM) sind wichtig für die Überwachung und Bekämpfung von Insekten und anderen Schädlingen. Siehe DIN EN 16790 [19].

Zum Ersten ist es wichtig, die Insekten und anderen Schädlinge zu kennen, die Teil des Ökosystems sind, in dem sich die Institution befindet. Das Land, die Region und die Lage (z. B. Nähe zu Wasserflächen, von Wald umgeben usw.) beeinflussen die Anfälligkeit der Sammlungen für bestimmte Insekten und andere Schädlinge, die sich im umgebenden Ökosystem befinden. Klimawandel und Warentransporte sind dafür verantwortlich, dass Insekten und andere Schädlinge auch außerhalb des erwarteten Bereichs angetroffen werden. Die Kontrolle auf Schädlinge und deren Identifizierung ist daher für Archive und Bibliotheken wichtig.

Zweitens müssen die Konstruktion und Instandhaltung des Gebäudes analysiert und die Eindringstellen in das Bauwerk (wie etwa Dichtungen an Tür- oder Fensterrahmen, Durchlässe für Elektro- und Telekommunikationskabel, Risse in Dächern und Wänden, Kanäle für die Luftzirkulation usw.) identifiziert werden. Eine regelmäßige Inspektion des Gebäudes ist erforderlich, da Materialien versagen und natürliche Belastungen wie Stürme neue Öffnungen verursachen können.

Zum Dritten kann die Wirksamkeit eines integrierten Schädlingsbekämpfungsprogramms (IPM) durch das Umfeldmanagement unterstützt werden. Kontrollen des Umfelds können verhindern, dass Schädlinge sich in einem bestimmten Bereich ansiedeln und dort gedeihen oder dass sie in diesen Bereich gelockt werden. Die zu steuernden Umgebungsfaktoren sind Sauberkeit, Temperatur, relative Feuchte, Lüftung und Beleuchtung. Ziel der Kontrolle des Umfelds sollte es sein, eine Situation zu erhalten, die für Insekten und andere Schädlinge unangenehm ist. Es gibt beispielsweise Schadinsekten, die eine höhere Feuchte bevorzugen (z. B. Silberfische), und einige Insekten nisten nicht bei andauernder Luftzirkulation. Eine gute Filterung der zirkulierten Luft kann helfen, solche Partikel zu entfernen, die Nahrung und Nistplätze für Insekten bieten.

10 Luftverschmutzung

Eine starke Luftverschmutzung kann die Verschlechterung des Zustands von Archiv- und Bibliotheksmaterial beschleunigen, insbesondere wenn Objekte längerfristig unterschiedlichen Schadstoffen ausgesetzt sind. Bereits publizierte Daten zur lokalen Schadstoffkonzentration in Außenbereichen sollten geprüft werden, um festzustellen, ob die Innenraumkonzentration überwacht werden muss.

Feinpartikel (Staub) sind feste oder flüssige luftgetragene Partikel mit einem sehr kleinen Durchmesser, die in jedes Gebäude eindringen können. So sind Partikel aus natürlichen Quellen wie Vulkanausbrüchen, Wald- und Graslandbränden, Meerwassersprühnebeln und Staubstürmen üblicherweise grob (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von mehr als 2,5 Mikrometer). Dagegen erzeugen von Menschen verursachte Entwicklungen wie etwa das Verbrennen fossiler Kraftstoffe in Fahrzeugen, landwirtschaftliche Brandrodung und verschiedene industrielle Prozesse erhebliche Mengen an Feinstaub (aerodynamischer Durchmesser von weniger als 2,5 Mikrometern). Partikel können darüber hinaus in Gebäuden entstehen (durch Schutt von Baumaterialien, Materialverschleiß, biologische Quellen oder die Aktivität von Menschen).

Organischer Staub biologischen Ursprungs ist eine Nährstoffquelle für Insekten, Schimmel und Bakterien. Er kann auch aktive Schimmelsporen enthalten. Feinpartikel (Staub) können mechanischen Oberflächenabrieb verursachen, der insbesondere magnetisches Material und andere audiovisuelle Dokumente, wie auch Metall oder Wachs oder andere Materialien mit abriebempfindlichen Oberflächen beeinträchtigen kann. Staub kann auch in die Oberfläche von Materialien mit Glasübergangstemperaturen (T_g) nahe der Raumtemperatur einsinken (z. B. Bienenwachssiegel, Polyethylenfolie) und nicht mehr zu entfernen sein.

Die Partikelbelastung kann den Abbauprozess von Cellulose oder Metallkorrosion beschleunigen. Die Ablagerung von hygroskopischen, öligen oder metallischen Partikeln auf einer Oberfläche kann den Abbauprozess sowie die Bildung schädlicher Stoffe wie Säuren auslösen oder beschleunigen [147].

Der Schaden an Sammlungen durch gasförmige Schadstoffe ist kumulativ, irreversibel und nicht unmittelbar sichtbar. Gasförmige Schadstoffe werden in Außen- und Innenräumen erzeugt. Häufige Quellen in Außenbereichen sind Automobilabgase und Industrieprozesse. Schadstoffe können außerdem im Depotbereich durch den Abbau von Archivmaterial oder mangelhafte Schutzverpackungen entstehen. Zur Herstellung von Behältnissen, Aufbewahrungs- und Ausstellungsvitrinen oder Möbeln verwendete Materialien müssen also überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie keine gasförmigen Schadstoffe abgeben, die Archiv- oder Bibliotheksmaterial irreversibel beschädigen könnten. Durch Materialdegradation freigesetzte Schadstoffe können andere Materialien beschädigen, und zwar bei direktem Kontakt oder wenn sie sich im selben Aufbewahrungsbereich befinden. Aktivitäten wie Fotokopieren, allgemeine Instandhaltungsarbeiten oder Bautätigkeit können Ozon, Formaldehyd, Ammoniak und andere Schadstoffe eintragen.

ANMERKUNG Für Informationen zu Verpackung und Materialien siehe DIN SPEC 67701[3].

Relevante gasförmige Schadstoffe sind:

- Schwefeldioxid (SO_2) — Schwefeldioxid kann mit Wasser mittels Hydrolyse zu H_2SO_3 (schwefelige Säure) bzw. H_2SO_4 (Schwefelsäure) reagieren. Hohe relative Luftfeuchtigkeit und Licht können die Reaktion von Schwefeldioxid mit Papier auslösen oder beschleunigen und zu Vergilben und Versprödung führen. H_2SO_4 depolymerisiert die Celluloseketten und schwächt das Sammlungsgut. H_2SO_3 bleicht die Farbe von Tinten. Sammlungen von Papieren, Leder, Pelz, Textilien sowie die meisten Metalle und auch Fotos reagieren empfindlich auf Schwefelsäure.
- Stickoxide (NO_x) — Stickoxide können mit Wasser reagieren und in salpetrige Säure und Salpetersäure umgewandelt werden. Sammlungen von Papieren, Leder, Pelz, Textilien sowie die meisten Metalle und auch Fotos reagieren empfindlich auf salpetrige Säure und Salpetersäure.
- Ozon (O_3) — Ozon ist ein oxidierender Schadstoff, der organisches Material schädigt. Ozon kann die Festigkeit von Papier und anderen organischen Substraten sowie einige synthetische Materialien reduzieren. Es kann zum Verblässen von Pigmenten und organischen Farbstoffen führen. Ozon kann die Reaktion von Schwefeldioxid zu Schwefelsäure beschleunigen.
- Reduzierende Schwefelverbindungen — Einige Materialien sind anfällig für reduzierende Schwefelverbindungen wie Schwefelwasserstoff (H_2S) und Carbonylsulfid (COS), selbst wenn die Konzentrationen gering ist. Schwefelwasserstoff (H_2S) reagiert leicht mit Silber zu dunklem Ag_2S , das Fotonegative und Daguerreotypen schädigt.
- Formaldehyd — Materialien, die Harnstoff-Formaldehydharze enthalten, wie etwa Farbe, Teppichböden, Drucktinte und Holzprodukte wie Spanplatten und MDF-Platten können eine Formaldehydquelle sein. Formaldehyd kann mit unbelichteten Fotorollfilmen, Fotos, Textilien, Blei und Glas reagieren. Es kann die Struktur von Materialien verändern oder ihre mechanische Stabilität reduzieren.
- Organische Säuren — Organische Säuren können die Materialien der meisten Sammlungen beschädigen. Essigsäure reduziert die Festigkeit von Papier und anderen organischen Substraten sowie einiger synthetischer Materialien. Essigsäure entsteht am häufigsten durch den Zerfall von Acetatfolien und Bändern und kann den Abbau von Materialien beschleunigen. Holz und Papier sind ebenfalls häufige Quellen organischer Säuren.

- Naphthalin, *p*-Dichlorbenzol (PDCB) und Pentachlorphenol — Naphthalin war früher der Hauptbestandteil von Mottenkugeln, die zum Schutz von Sammlungen vor Insekten und Schädlingen eingesetzt wurden. PDCB wurde eingesetzt, um Schimmel zu bekämpfen und sublimiert bei Raumtemperatur. Naphthalin, PDCB und Pentachlorphenol sind schädlich für die menschliche Gesundheit.

11 Licht

Licht führt zu Veränderungen vieler Archiv- und Bibliothekssammlungen — je nach Lichtquelle, ihrer Nähe zur Sammlung, der Dauer der Exposition und der Empfindlichkeit des betroffenen Materials. Die Lichtexposition kann chemische (z. B. das Verblässen von Tinten) oder physikalische Veränderungen (z. B. den Verlust der Festigkeit) verursachen. Während einige Materialien nur wenig lichtempfindlich sind, sind die meisten Archiv- und Bibliotheksmaterialien lichtempfindlich. Organische Materialien sind lichtempfindlicher als anorganische Materialien.

Die Lichtempfindlichkeit lässt sich einfach durch Bezugnahme auf ISO 105-B08 beurteilen. Hochempfindliche Materialien (entsprechend den Blue Wool Standards Nr. 1, Nr. 2 oder Nr. 3 [239]) können nach nur wenigen Tagen Sonnenlichteinstrahlung merklich ausbleichen, wohingegen Materialien mit mittlerer Empfindlichkeit (entsprechend den Blue Wool Standards Nr. 4, Nr. 5 oder Nr. 6 [239]) erst nach einigen Wochen ausbleichen. Hochempfindliche Materialien umfassen Holzschliffpapier, das Lignin enthält (wie etwa Zeitungen), Kugelschreiber- und Filzschreibertinten, Farbfotografien und Wasserfarbepigmente. Materialien mit mittlerer Empfindlichkeit sind z. B. Eisengallustinte, ligninfreies Papier und Pergament. Siehe BSI/PAS 198:2012, Tabellen F.1 und F.2 [46].

Es gibt keine einfache Empfehlung für die Festlegung ungefährlicher Lichtstärken. Präventive Strategien, die die Lichtexposition, also die Intensität und die Dauer der Einstrahlung, auf das erforderliche Mindestmaß reduzieren bzw. steuern, bieten den besten Schutz gegen den schädlichen Einfluss von Licht. Die Aufbewahrung von Archiv- und Bibliothekssammlungen in Kisten oder Schachteln bietet Schutz vor vielen Lichtquellen.

Für das Hantieren an Sammlungen einschließlich ihres sicheren Transports wird eine ausreichende Beleuchtung benötigt. Wenn jedoch kein Personal anwesend ist, ist in Depotbereichen über die Notbeleuchtung hinaus keine Beleuchtung nötig.

ANMERKUNG 1 Die Strahlung einer Lichtquelle wird grundsätzlich in drei Kategorien unterteilt: Ultraviolett (UV) (Wellenlängen kürzer als 400 nm), sichtbares Licht (Wellenlängen zwischen 400 nm und 760 nm) und Infrarot (IR) (Wellenlängen länger als 760 nm).

Die Lichtmenge, die auf die Materialoberfläche fällt, wird in Lux oder Candela gemessen. Ein Lux entspricht einem Lumen pro Quadratmeter. Ein Candela entspricht etwa 11 Lux. Ein junger Mensch benötigt etwa 50 Lux, um halbwegs deutlich sehen zu können, während ältere Menschen erheblich mehr benötigen können. Dunkel gefärbte Objekte oder Objekte mit feinen Details benötigen ebenfalls eine stärkere Beleuchtung. Siehe Literaturhinweis [46].

Sämtliche Wellenlängen einschließlich derer im sichtbaren Bereich des Spektrums können empfindliche Materialien beschädigen. Es empfiehlt sich, die Gesamtlichtexposition zu messen und zu kontrollieren. Dabei ist die Vermeidung der Exposition durch UV-Strahlung besonders wichtig.

Der UV-Anteil des Spektrums überträgt mehr Energie als der sichtbare oder IR-Anteil und kann daher Sammlungen deutlich mehr Schaden zufügen. Zu ihrem Schutz werden daher an Orten, an denen Sammlungen ausgestellt, verwendet und aufbewahrt werden, oft Folien eingesetzt, die UV-Licht aus natürlichem Licht und Lichtquellen filtern.

ANMERKUNG 2 Mit zunehmender Wellenlänge der Strahlung nimmt die damit verbundene Energie ebenso ab wie das Ausmaß des photochemischen Schadens, der hierdurch verursacht werden kann. Auch wenn dies weniger bedrohlich ist als UV-Strahlung, erzeugen Wellenlängen im IR-Anteil des Spektrums Wärme.

Strahlungswärme ist aus Sicht des Umfeldmanagements bedeutsam, denn sie fügt der Umgebung zusätzliche Wärme hinzu und erhöht die Temperatur, wenn sie nicht kontrolliert wird. Erhöhte Temperatur kann insbe-