

Mario Glauert

Klimamessung und Klimaregulierung im Archivmagazin

Für die dauerhafte Aufbewahrung und Erhaltung des Archivguts sind die in den Magazinen herrschenden Temperatur- und Feuchtigkeitswerte von entscheidender Bedeutung. Ein Raumklima, das nicht an die dort gelagerten Materialien angepasst ist, beeinträchtigt die Haltbarkeit der Archivalien, schädigt die Stücke und verkürzt damit ihre Lebensdauer erheblich. Die Schaffung eines geeigneten und konstanten Magazinklimas ist damit eine zentrale Aufgabe innerhalb des gesetzlichen Erhaltungsauftrags der Archive.

Erhaltungsauftrag der Archive

Eine hohe Temperatur und Luftfeuchtigkeit beschleunigt die chemischen Abbauprozesse im Papier und in anderen Archivmaterialien (z. B. Fotos). Eine relative Feuchte von über 60-65% führt zur Bildung von Schimmel, erlaubt schädigenden Stoffen aus den Materialien selbst (z. B. beim Tintenfraß) oder aus der Umgebung (Luftschadstoffe) ein tieferes Eindringen in die Stücke und kann bei Archivalien, die schnell Feuchtigkeit aus der Umgebung aufnehmen und abgeben, also stark hygroskopisch sind (wie z. B. Papier oder Pergament), zum Aufquellen und Verformen führen.

Gefahren zu hoher Temperaturen und Feuchte

Eine zu geringe Luftfeuchtigkeit trocknet die Materialien aus und verringert (mitunter irreparabel) ihre Flexibilität. Papier, Pergament, Leder und andere Archivmaterialien wie Wachssiegel, Filme

Gefahren zu niedriger Temperaturen und Feuchte

oder Magnetbänder können verspröden und verhärten, was die Materialien noch anfälliger für mechanische Beschädigungen macht.

Gefahren von Klimaschwankungen Besonders hohen mechanischen Belastungen werden Archivmaterialien durch häufige und schnelle Schwankungen des Klimas ausgesetzt, die daher die größte Gefahr für das Archivgut darstellen. Bei Archivalien, die aus unterschiedlich hygroskopischen Materialien bestehen (z. B. Amtsbücher), können dauerhafte Verformungen auftreten. Temperatur- und Feuchtigkeitsdifferenzen können darüber hinaus zur Entstehung von Kondenswasser und damit zur Bildung von Schimmel führen. Bei Fotos (aber auch Digitaldrucken) können Spannungen zwischen den verschiedenen Schichten auftreten, die Risse in der Oberfläche zur Folge haben.

Klimawerte für ein Archivmagazin

niedrige Magazin-temperaturen Da hohe Temperaturen die chemischen Abbauprozesse in allen Archivmaterialien beschleunigen, sollten die Temperaturwerte in einem Magazin nach Möglichkeit immer so niedrig wie möglich sein. Im Prinzip ist in herkömmlich konstruierten Gebäuden das Beheizen von Lagerräumen für die Erhaltung des Archivguts nicht nötig. In der Praxis bringen stark gekühlte Magazine indes erhebliche Probleme mit sich. Die Luftfeuchtigkeit lässt sich bei sehr niedrigen Temperaturen schwer kontrollieren: Bereits feuchtes Wischen oder der längere Aufenthalt von Personen kann zu einem sehr starken Anstieg der relativen Feuchte führen. Um schnelle Klimaschwankungen zu vermeiden, müssen Stücke, die zur Bearbeitung oder Benutzung ausgehoben werden, aufwendig verpackt und zunächst in mehrere Stufen allmählich akklimatisiert werden, was zu erheblichen Wartezeiten führt. Zwischen schneller Verfügbarkeit und optimaler Aufbewahrung ist daher ein Kompromiss zu finden. Zudem ist für ein laufend benutztes Archivmagazin auch aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen auf zumutbare Arbeitstemperaturen für die dort dauerhaft tätigen Beschäftigten zu achten.

„Idealwerte“ Die Temperatur- und Feuchtwerte, die eine optimale Langzeitaufbewahrung der Archivalien gewährleisten, sind für die einzelnen in einem Archivmagazin gelagerten Materialien unterschiedlich.

Nach Anhang B der DIN ISO 11799, die Anforderungen an die Aufbewahrung von Archiv- und Bibliotheksgut formuliert, aber auch die Erfordernisse einer Benutzung der Stücke berücksichtigt, sollten beispielsweise folgende Richtwerte eingehalten werden (Auswahl):

Material	Temperatur (° C)	relative Feuchte (%)
Papier	14-18 ± 1	35-50 ± 3
Pergament, Leder	2-18 ± 2	50-60 ± 3
Mikrofilm (schwarzweiß Silber-Gelatine-Film auf Polyester)	21 ± 2	20-50 ± 5
Farbfilm (Negative)	-10 ± 2	20-50 ± 5
Fotografien schwarz-weiß	18 ± 2	30-50 ± 5
Fotografien Farbe	2 ± 2	30-40 ± 5
Magnetbänder	8-11 ± 2	15-50 ± 5

Schon aus praktischen Erwägungen wird nicht jedes Archivstück ein „ideal“ angepasstes Raumklima erhalten können, zumal Amtsbücher und Akten nicht selten aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Für Sammlungen mit unterschiedlichen Medien muss stets ein Kompromiss gefunden werden. Zu empfehlen ist eine durchschnittliche Raumtemperatur von $18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ und eine relative Feuchte (rF) von $50 \pm 5\%$.

Dennoch sollten für Archivaliengattungen mit unterschiedlichen Klimaanforderungen wie Akten, Pergamenturkunden, Mikrofilme und Magnetbänder nach Möglichkeit auch gesonderte Klimabereiche innerhalb eines Magazins eingerichtet werden. Ist eine raumbezogene Klimatisierung nicht möglich, kann durch wiederholte Messungen ermittelt werden, welche Bereiche sich aufgrund ihrer gewöhnlichen Klimawerte am besten für die Lagerung bestimmter Materialien eignen. Für kleinere Sammlungen sehr temperaturempfindlicher Medien wie Farbnegative oder -fotografien genügt häufig schon ein Kühlschrank, um ein besseres Aufbewahrungsklima zu erreichen.

Noch wichtiger als das Erreichen bestimmter Idealwerte sind allerdings möglichst konstante Klimabedingungen. Häufige Schwan-

$18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$,
 $50 \pm 5\% \text{ rF}$

materialbezo-
genes Klima

Klimakonstanz

kungen des Magazinklimas oder der ungeschützte Transport durch verschiedene Temperaturbereiche (etwa vom sommerlichen Lesesaal in das gekühlte Magazin) schädigen das Archivgut weit mehr als eine stetig um einige Grad erhöhte Raumtemperatur. Gerade im jahreszeitlichen Verlauf sind Schwankungen kaum zu vermeiden und bei mäßigem Verlauf auch wenig schädlich. Anstelle einer Einhaltung starrer Werte, die ein permanentes, mit regelmäßigen Klimaänderungen verbundenes Korrigieren erfordert, sollte daher lediglich die Bandbreite der Schwankungen kontrolliert werden.

Kontrolle aller Lagerräume Die Vorgaben für das Archivmagazin gelten im Prinzip natürlich für alle Räume, in denen Archivgut über eine längere Zeit gelagert wird, also auch für den Lesesaal (Aktenübergaberaum), Verzeichnungsräume, Aktenlagerräume der Bildstelle und Restaurierungswerkstatt usw. Zwar werden sich dort nicht die empfohlenen kühlen Temperaturen erreichen lassen, doch sollte auch in diesen Räumen auf eine Kontrolle der relativen Feuchte geachtet werden.

Klimamessung

Grundkenntnisse Für eine sachgemäße Regulierung des Klimas in den Magazinen sind kontrollierte Messungen und Grundkenntnisse über die Beziehung von Temperatur und relativer Feuchte unabdingbar. Gerade wenn das Archiv nicht über eine automatische Klimasteuerung mittels raumluftechnischer Anlagen verfügt, kommt dem sinnvollen Heizen und Lüften eine entscheidende Bedeutung zu.

Grundregeln Zwei Grundregeln sind zu beachten:

1. Die „relative Luftfeuchte“ ist immer abhängig von der „Temperatur“. Verändert man die Temperatur, ändert sich immer auch die relative Feuchte.
2. Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kalte. Erwärmt man die Raumluf (z. B. durch eine Heizung), kann sie mehr Feuchtigkeit aufnehmen; die relative Luftfeuchtigkeit sinkt. Kühlt sich warme Raumluf ab (z. B. bei sinkenden Außentemperaturen), kann sie weniger Feuchtigkeit halten; die relative Luftfeuchtigkeit steigt. Dies gilt natürlich nur, wenn man den absoluten Wassergehalt der Raumluf insgesamt nicht verändert, also keine Feuchtig-

keit zuführt (z. B. durch feuchtes Wischen) oder entzieht (z. B. durch einen Entfeuchter).

Das Verhältnis von Temperatur und relativer Feuchte lässt sich im hx-Diagramm nach Mollier ablesen (vgl. Abbildung 1), das auf den ersten Blick zwar etwas verwirrend erscheint, für das sinnvolle Klimatisieren eines Archivmagazins aber unerlässlich ist.

hx-Diagramm

Auf der x-Achse ist der absolute Wassergehalt der Luft in g pro kg trockene Luft eingetragen (1,2 kg Luft entspricht bei 20° C etwa einem Kubikmeter), also die absolute Wassermenge, die in der Raumluft eines Archivmagazins vorhanden ist. Diese absolute Luftfeuchtigkeit ist unabhängig von der herrschenden Temperatur.

Auf der y-Achse ist die Lufttemperatur in °C ablesbar. An den logarithmischen Kurven des Diagramms lässt sich die relative Feuchtigkeit in % ablesen, wobei die unterste Kurve (100%) jeweils die Temperatur des Taupunktes für eine bestimmte in der Luft gelöste Menge Wasserdampf markiert; sinkt die Lufttemperatur auf diesen Wert, kommt es zur Bildung von Kondenswasser.

Am Schnittpunkt der 18°C-Linie mit der Kurve für eine relative Feuchte von 50% ist der empfohlene Idealpunkt für ein vornehmlich aus Papier bestehendes Archivmagazin eingetragen. Die Temperatur- und Feuchtwerte für die zulässigen Schwankungen (16° C und 20° C, 45% und 55% rel. Feuchte) markieren die Eckpunkte für einen akzeptierbaren Toleranzbereich.

Voraussetzung für eine Benutzung des Diagramms zur Regulierung des Magazinklimas ist eine Ermittlung der jeweils aktuell herrschenden Klimadaten. Da für die optimale Aufbewahrung von Archivgut in einem Magazin die Temperatur *und* die relative Feuchte wichtig sind, müssen mittels eines Thermometers und eines Hygrometers immer beide Werte gemessen werden.

Klimamessung

Alle Messgeräte sollten regelmäßig gewartet und kalibriert werden. Dies gilt insbesondere für Haarhygrometer, die regelmäßig mindestens 24 Stunden lang einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft ausgesetzt sein müssen (z. B. durch Einschlagen in feuchte Tücher). Einfache Haarhygrometer, die seit Jahren unbehandelt an einem Archivregal hängen, zeigen keine auch nur annähernd zuverlässigen Feuchtwerte an.

Messgeräte

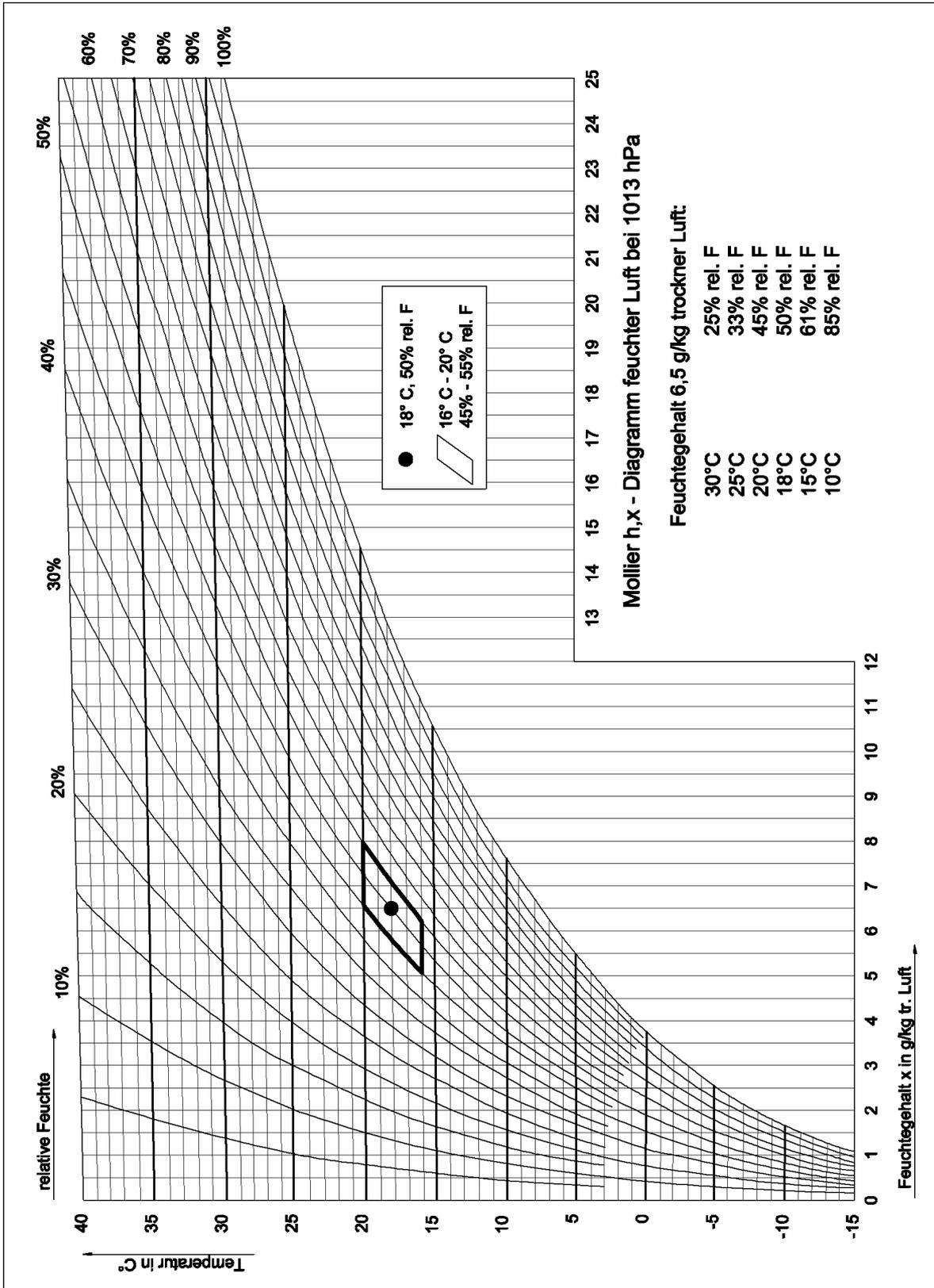


Abbildung 1

Inzwischen sind im Elektronikhandel bereits für rund 100,00 € handliche digitale Feuchte- und Temperaturmessgeräte erhältlich, die mit einem Messbereich von -20° bis 70° C, einer Auflösung von 0,1°C bzw. 0,1% rel. Feuchte, einer Genauigkeit von 0,5-2% und einer Ansprechgeschwindigkeit von ca. 15 Sekunden für Messungen in Archivmagazinen völlig ausreichend sind.

Hygrometer

Etwas teurer sind Geräte, die eine interne elektronische Speicherung und PC-Übertragung der Messwerte erlauben. Das Aufzeichnen der Messergebnisse und das Erstellen von Klimakurven kann langfristige Trends und typische jahreszeitliche Schwankungen aufzeigen. Die Daten können die Grundlage für mögliche bauliche, organisatorische oder technische Verbesserungen bieten und erlauben nach der Durchführung solcher Maßnahmen eine Beurteilung, ob sich die Klimawerte nachhaltig verbessert haben. Es empfiehlt sich daher immer, die gemessenen Werte auch schriftlich in einer Tabelle oder übersichtlich in einer Kurve festzuhalten.

Aufzeichnung der Messergebnisse

Die Klimawerte müssen *regelmäßig* und *durchgängig* gemessen werden. Durch Temperaturänderungen im Verlauf von Tag und Nacht, durch Arbeiten im Magazinraum, feuchtes Reinigen oder das „Auskühlen“ an Wochenenden können starke Schwankungen entstehen, die bei punktuellen Messungen übersehen werden, das Archivgut aber erheblich schädigen können. Für solche Dauermessungen sind analoge Thermohygrographen bzw. vergleichbare elektronische Kontrollsysteme einzusetzen, die auch außerhalb der Dienst- und Öffnungszeiten Klimamessungen durchführen und aufzeichnen. Die klimatische Eignung eines Magazinraumes kann erst bei einer Kontrolle der Messwerte eines ganzen Jahres zuverlässig beurteilt werden.

regelmäßige und durchgängige Messungen

Entscheidend für die dauerhafte Erhaltung sind die Temperatur- und Feuchtigkeitswerte direkt am Archivgut selbst bzw. innerhalb der Verpackungen. Zwischen Akten- oder Kartenstapeln können deutlich andere Werte vorliegen als z. B. in den Gängen oder in den „Extrembereichen“ der Magazinräume, also an Außenwänden (Unterschiede zwischen Nord- und Südwänden!), an Wänden zu beheizten Nachbarräumen, in der Nähe von Fenstern, Türen, Heizun-

Klimawerte am Archivgut

gen, Klimaanlage usw. Auch dort ist aber regelmäßig zu prüfen, ob z. B. durch erhöhte Luftfeuchte Schimmel entsteht; durch eine gleichmäßige Luftzirkulation sollten dabei grundsätzlich Bereiche mit permanent erhöhter Luftfeuchtigkeit (Wände, Raumecken) vermieden werden. Für Messungen in Stapeln von Papier kann ein sog. Einstech-Hygrometer („Klimaschwert“) verwendet werden.

Archivgut als
Klimafaktor

Das in den Magazinen gelagerte Archivgut ist in seiner Wirkung auf das Raumklima nicht zu unterschätzen. Bei einer relativen Feuchte von 50% enthalten Akten rund 9-10% Wasser, das bei einer Reduzierung der Raumfeuchte aber nur allmählich abgegeben wird. Umgekehrt wird zugeführte Feuchte von den Archivmaterialien erst verzögert aufgenommen. Wird nach dem mehrstündigen Einsatz eines Luftentfeuchters in einem Raum also eine akzeptable relative Luftfeuchte gemessen, kann diese einen Tag später aufgrund der Ausdünstungen des Papiers schon wieder deutlich zu hoch sein, ohne dass der Raum betreten oder belüftet wurde.

Klimaregulierung

Klima-
regulierung –
Klima-
schwankung

Jede manuelle oder technische Änderung von Temperatur und Feuchtigkeit bedeutet eine bewusst herbei geführte, kurzfristige Schwankung des Magazinklimas und setzt die dort gelagerten Archivalien damit erhöhten mechanischen Belastungen aus. Ein Magazin, in dem das Klima permanent nachreguliert werden muss, bietet daher keine idealen Bedingungen für die dauerhafte Aufbewahrung von Archivgut.

Ursachen von
Klima-
schwankungen
beseitigen

Vor jeder Regulierung eines Magazinklimas, das sich bei Messungen als ungeeignet erwiesen hat, ist zu prüfen, welche baulichen, technischen oder organisatorischen Faktoren möglicherweise für die ungünstigen Werte verantwortlich sind. Um wiederholte Nachregulierungen und damit permanente Klimaschwankungen zu vermeiden, sollte zunächst versucht werden, diese Ursachen zu beseitigen oder zumindest in ihrer Wirkung zu mindern. Dies kann von organisatorischen Maßnahmen wie dem Verschlossenhalten von Magazinzugängen, über einfache Umbauten an Fenstern (abdunkeln oder abdichten) bis hin zu Installationsarbeiten (Anpassung von Heiz-

körpern) oder größeren Baumaßnahmen wie dem Isolieren der Außenwände oder dem Einrichten von Fluren als Klimaschleusen zwischen Magazin und Außenbereich reichen.

Die Regulierung von Temperatur und Luftfeuchte kann über technische Anlagen wie Klimaanlage, Entfeuchter oder Heizungen erfolgen, doch verursacht diese „aktive“ Klimatisierung besonders bei einer „Vollklimatisierung“, bei der jeder Einfluss auf das Raumklima ausgeglichen werden soll, hohe Anschaffungs-, Bewirtschaftungs- und Wartungskosten.

aktive
Klimatisierung

Ziel für ein Archivmagazin sollte daher ein Klimakonzept sein, das durch eine klimastabile Bauweise und feuchteregulierende sowie wärmespeichernde Baustoffe Schwankungen der Temperatur und Luftfeuchte abdämpft und eine weitgehend natürliche und gleichmäßige Belüftung ermöglicht (passive Klimatisierung). Eine für die einzelnen Magazinabschnitte individuell zu steuernde technische Klimatisierung sollte lediglich dazu dienen, Temperatur und Luftfeuchte raumbezogen an die materialgerechten Klimabedingungen der einzelnen Archivalienformen anzupassen und für Klimabereiche, in denen sich durch die Bauweise kein konstantes Raumklima einstellt, eine behutsame Ausgleichsregulierung zu gewährleisten. Die Klimakontrolle muss dafür sowohl die Temperatur- als auch die Feuchtwerte beeinflussen können, d. h. sie muss Luft sowohl erwärmen als auch abkühlen, sowohl be- als auch entfeuchten können.

passive
Klimatisierung

Schon bei der Einrichtung von Archivmagazinen ist daher auf eine große natürliche Klimastabilität des Baus durch Isolierungen und feuchteregulierende Materialien zu achten. Da kein Baustoff zugleich Feuchtigkeit regulieren, Wärme speichern und dämmen kann, sollte man beispielsweise nach dem Vorbild des „Kölner Modells“ von innen nach außen ein absorptionsfähiges (z. B. Kalk oder Gips), ein speicherndes (z. B. Ziegel) und ein dämmendes Material (z. B. Dämmwolle oder Lüftungskanal mit vorgesetzten Fassadenplatten) schichten.

klimastabile
Bauweise

Eine große Klimagefahr besteht an Außenwänden, insbesondere in den Raumecken. Eine ungenügende Außendämmung führt zu großen Temperaturdifferenzen zwischen Wand und Raumluft. Der

Gefahr:
kühle
Außenwände

starke Abfall der Temperatur an den Außenwänden des Raumes führt zu einem Niederschlag der überschüssigen Flüssigkeit an den Wänden: Die warme Raumluft stößt an die kalte Außenwand, kann nicht mehr so viel Feuchtigkeit binden und gibt sie daher ab. Diese permanente Kondensfeuchte kann zur Bildung von Schimmel führen. Auch aus diesem Grund sollte an Außenwänden ein Regalabstand von mindestens 20 cm eingehalten werden.

Gefahr:
Raumecken Die Schimmelbildung an kühlen Außenwänden beginnt zumeist in den Ecken eines Raumes, wo verhältnismäßig mehr Kältefläche außen auf einen Punkt im wärmeren Innern des Raumes einwirkt, was dort das Risiko von Kondensfeuchte und damit Schimmelpilzwachstum noch verstärkt. Durch eine verstärkte Dämmung und eine gute Luftzirkulation im Magazin sind solche Kälte- und Feuchtestauungen in den Ecken daher nach Möglichkeit zu vermeiden.

Trennung der Funktionsbereiche Das Klimakonzept eines Archivmagazins sollte zudem eine Trennung der Funktionsbereiche „Lagerung“ und „Bearbeitung“ von Archivgut vorsehen, um eine stabile Klimatisierung der Archivalien bei möglichst geringer Luftfeuchte und niedrigen Temperaturen erreichen zu können. Pflanzen, die z. B. in Büroräumen für eine gute Feuchteregulierung sorgen können, dürfen wegen der mit ihnen verbundenen mikrobiologischen Gefährdungen und des benötigten Sonnenlichts nicht in einem Archivmagazin aufgestellt werden.

Gefahren der Luftbefeuchtung Wassergefüllte Luftbefeuchter an Heizkörpern oder andere Verdunstungsanlagen sollten in Magazinräumen vermieden werden, da sie einen guten Nährboden für Mikroorganismen bilden. Gleiches gilt für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen, deren Filter nicht regelmäßig und sorgfältig gereinigt oder ausgetauscht werden. Um dem Magazinraum Feuchtigkeit zuzuführen und zugleich Staub und Schimmelsporen zu binden, empfiehlt sich eine regelmäßige feuchte (nicht nasse) Reinigung des Bodens und der Regale.

Raumlufttechnische Anlagen Für alle raumlufttechnischen Anlagen sind die Vorgaben der „Technischen Regel für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 240: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut“ zu beachten, um eine gesundheits- und bestandsgefährdende Ausbreitung von Schimmelsporen zu vermeiden. Auch einfa-

che Geräte wie mobile Luftbe- oder -entfeuchter sollten unbedingt mit Hygrostaten ausgestattet sein, die sich beim Unter- bzw. Überschreiten einstellbarer Werte automatisch abschalten. Bei ihrem Dauerbetrieb oder einem Einsatz in kleinen Räumen ist zu beachten, dass diese Geräte technisch bedingt auch die Raumtemperatur verändern können (Abwärme).

Für die Dimensionierung der Anlagen sollte beachtet werden, dass für Magazine, in denen weniger und seltener Menschen arbeiten, im Unterschied zu einem herkömmlichen Verwaltungsgebäude oder zu Büro-, Arbeits- und Leseräumen ein geringerer Luftaustausch erforderlich ist. Allerdings muss man Architekten auch erläutern, dass es sich keineswegs um hermetisch abgeschlossene Lagerräume handelt, in denen Akten lediglich verwahrt, und nicht bewegt oder bearbeitet werden.

Luftaustausch

Die Heizungs- und Klimasysteme der Magazinräume sollten unabhängig vom Rest des Archivs bzw. des Gebäudes gesteuert werden können, andernfalls droht z. B. bei „Energiesparmaßnahmen“ von Verwaltungen an Wochenenden oder bei Betriebsferien ein Abkühlen der Räume, was zu einem gefährlichen Anstieg der relativen Luftfeuchte führen kann.

separate Systeme

„Lüften“ von Archivmagazinen

Steht für ein Magazin, das nicht über ein stabiles Raumklima verfügt, keine ausreichende technische Klimatisierung zur Verfügung, können Temperatur- und Feuchtwerte häufig nur durch das „Lüften“ des Raumes, also die Zufuhr von Außenluft (aus dem Außenbereich, dem Flur oder Nachbarräumen) über Fenster, Türen oder Lüftungsklappen beeinflusst werden. Wie jede Form der Klimaregulierung im Archivmagazin bedeutet auch diese Maßnahme eine bewusst herbei geführte Klimaschwankung, die das Archivgut mechanischen Belastungen aussetzt und daher nur behutsam und kontrolliert erfolgen sollte.

behutsames und kontrolliertes Lüften

Um durch das Lüften eine sinnvolle Regulierung von Luftfeuchte und Temperatur in Richtung der gewünschten Idealwerte zu erreichen, müssen vorab auch die Werte der zugeführten Luft, also von

messen statt fühlen

Temperatur und relativer Feuchte im Außenbereich, gemessen werden. Eine Einschätzung der Werte „nach dem Gefühl“ ist dabei wenig verlässlich, da unser von vielen Faktoren bestimmtes persönliches Wärme- oder Feuchteempfinden für eine solche Bestimmung nicht ausgelegt ist.

hx-Diagramm zur Entscheidung Ob Außenluft geeignet ist, das Magazinklima positiv zu beeinflussen, lässt sich indes selbst nach einer Messung nicht immer auf Anhieb entscheiden, denn nur selten bietet das Wetter ideale Feuchte- und Temperaturwerte (z. B. 18° C, 50% rel. Feuchte), die sich unmittelbar in das Magazin übertragen ließen. Zur Abschätzung eines günstigen Außenklimas für die Regulierung von Magazinräumen ist daher immer das hx-Diagramm (Abbildung 1) heranzuziehen.

„idealer“ Wassergehalt bei 6,5 g/kg Das Diagramm zeigt, dass für Papier in einem laufend benutzten Archivmagazin (18° C, 50% rel. Feuchte) der „ideale“ Wassergehalt der Raumluft bei etwa 6,5 (6,4119) g/kg liegt. Bei folgenden gemessenen Klimawerten genügt also eine Regulierung der Temperatur (z. B. über die Heizung oder die Klimaanlage), um ein gutes Magazinklima zu erhalten:

30° C	25% rel. Feuchte
25° C	33% rel. Feuchte
20° C	45% rel. Feuchte
15° C	61% rel. Feuchte
10° C	85% rel. Feuchte

Liegt der absolute Wassergehalt in den Magazinräumen deutlich oberhalb (über 8 g/kg) oder unterhalb (unter 5 g/kg) dieses Wertes, ist eine Ent- bzw. Befeuchtung der Räume notwendig.

Benutzung des hx-Diagramms Durch das Lüften wird das Innenklima dem Außenklima angepasst. Trägt man auf dem hx-Diagramm die beiden Punkte für das Innen- und das Außenklima ein und verbindet sie, so kann man sich – etwas vereinfacht – vorstellen, dass sich das Raumklima beim Lüften entlang der Verbindungslinie vom Innenpunkt zum Außenpunkt bewegt (in der Praxis ähnelt der Verlauf eher einer logarithmischen Kurve). Je näher diese Verbindungslinie vom Innenwert zum Außenwert dem „idealen“ Klimapunkt (z. B. 18° C,

50% rel. Feuchte) kommt, desto geeigneter ist die Außenluft für eine Klimaregulierung des Magazinraumes. Entfernt sich die Linie eher vom Idealpunkt, ist das Außenklima für eine Belüftung des Magazins ungeeignet, da sie die Innenwerte nur weiter verschlechtert.

Drei Beispiele (vgl. die folgenden Abbildungen):

Beispiele

1. *Gemessene Innenwerte: 25° C, 40% rel. Feuchte*

Gemessene Außenwerte: 10° C, 60% rel. Feuchte

Die Verbindungslinie vom Innenwert zum Außenwert verläuft fast genau durch den Idealpunkt. Das Außenklima kann also genutzt werden, um das deutlich zu warme Klima im Magazinraum, der außerdem (trotz der zu geringen relativen Feuchte) eine schon recht hohe absolute Feuchte enthält (knapp 8 g/kg), positiv zu beeinflussen.

2. *Gemessene Innenwerte: 18° C, 25% rel. Feuchte*

Gemessene Außenwerte: 10° C, 50% rel. Feuchte

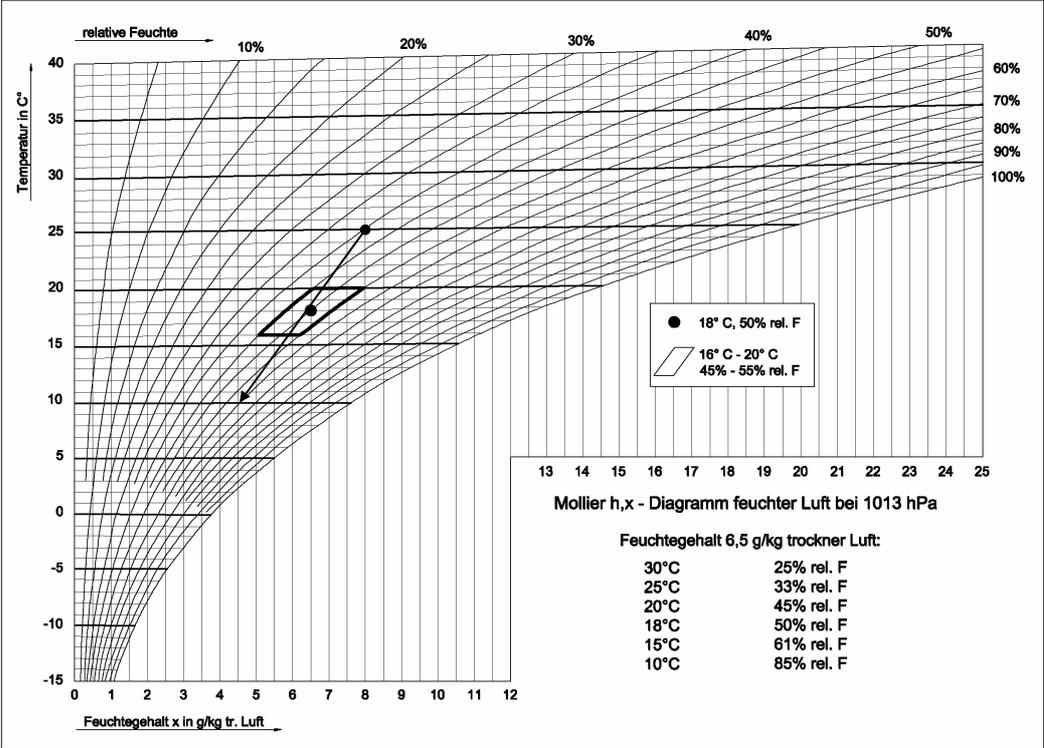
Die Verbindungslinie vom Innenwert zum Außenwert entfernt sich eher vom Idealpunkt, als dass sie in seine Richtung geht. Die günstige relative Feuchte im Außenbereich kann also nicht genutzt werden, um die niedrige Luftfeuchtigkeit im Innern anzuheben.

3. *Gemessene Innenwerte: 25° C, 30% rel. Feuchte*

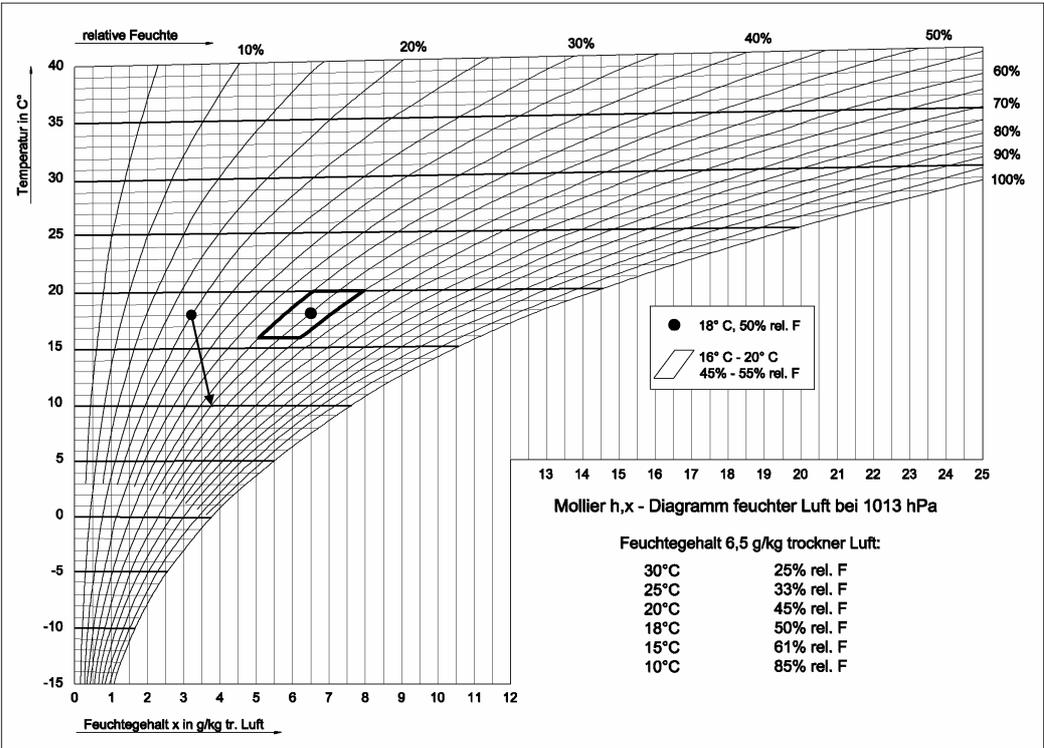
Gemessene Außenwerte: 13° C, 50% rel. Feuchte

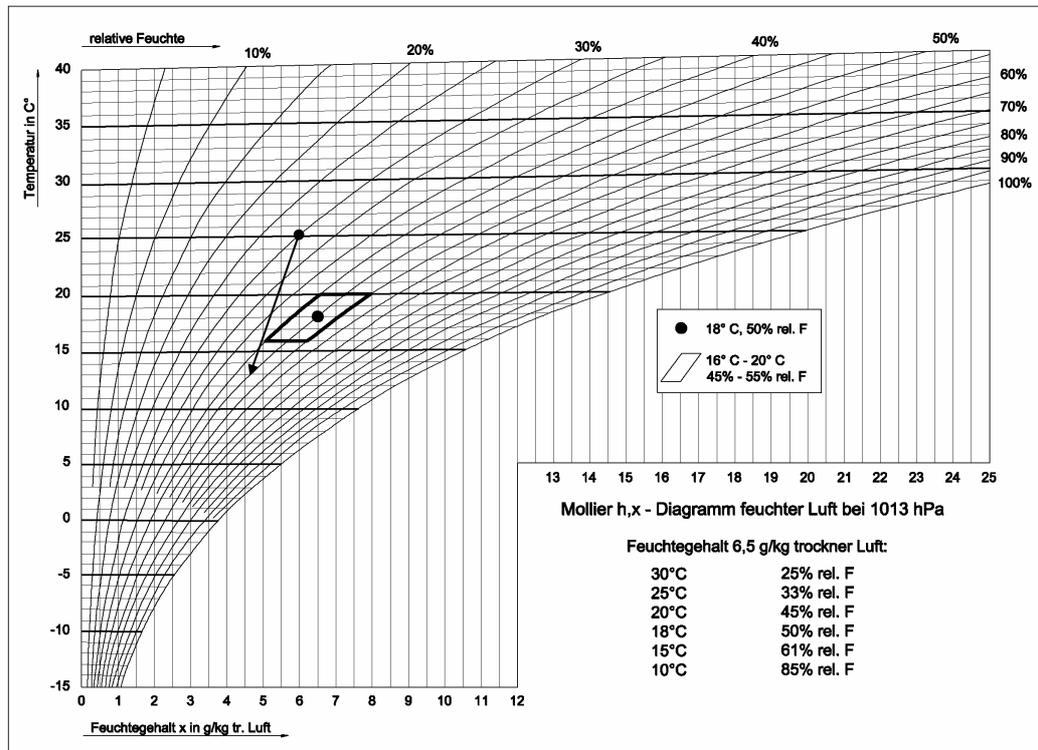
Die Verbindungslinie vom Innenwert zum Außenwert verläuft zwar nicht durch den Idealpunkt bzw. den Idealbereich, geht aber deutlich in seine Richtung. Das Außenklima könnte also bedingt genutzt werden, um das viel zu warme Magazin herunterzukühlen. Tritt diese Situation im Winter ein, genügt es indes, nur die Heizung zu drosseln, denn die absolute Feuchte im Magazin (knapp 6 g/kg) liegt Nahe dem Idealbereich.

Beispiel 1



Beispiel 2





Die Klimaregulierung durch Lüften muss immer vorsichtig und gleichmäßig erfolgen. Ein kurzes „Stoßlüften“ bedeutet insbesondere bei großen Klimadifferenzen die Gefahr, dass das Archivgut in der Nähe der Lüftung durch die plötzliche Klimaschwankung erheblich geschädigt wird. Grundsätzlich ist ein gleichmäßiges Lüften über Klappen also einem kurzzeitigen weiten Öffnen der Fenster vorzuziehen, auch wenn dies z. B. für Wohnräume unter Energiespargesichtspunkten eher umgekehrt empfohlen wird.

kein Stoßlüften

Bei großen Klimaunterschieden zwischen dem Innen- und Außenbereich (Differenz größer als 15° C oder 30% rel. Feuchte) sollte auf ein „direktes“ Lüften über Außenfenster grundsätzlich verzichtet werden. Statt dessen sollte man die Möglichkeit eines „Innenlüftens“ über die Türen zu benachbarten Räumen mit geeigneteren Klimawerten prüfen. Gegebenenfalls kann vorab auch das Klima solcher Nachbarräume mittels Lüften über Außenfenster verbessert werden (indirektes Lüften des Magazinbereichs). Eine Verpackung der Archivalien in Archivkartons trägt besonders in Magazinen, die nur über Fenster zu belüften sind, viel zu einem behutsa-

indirektes Lüften

men Austemperieren bei, da die Klimaanpassung im Innern eines Kartons träger und verzögert verläuft.

Gefahr: Besonders große Gefahr besteht beim Lüften im Winter: Die kalte Außenluft kann kaum Wasser aufnehmen. Kommt sie in die beheizten Magazinräume, wird sie erwärmt und kann viel mehr Feuchtigkeit binden. Diese Feuchte bezieht sie nicht nur aus dem Gebäude, sondern bei gefüllten Archivmagazinen vor allem aus dem Archivgut. Dies führt zur Austrocknung der Materialien mit den geschilderten schädlichen Folgen.

Das Lüften im Winter bei kalten Außentemperaturen sollte also grundsätzlich unterbleiben. Ein Blick auf das hx-Diagramm zeigt, dass die Luft überhaupt erst bei Temperaturen von über 5° C eine absolute Feuchtmenge aufnehmen kann, die den empfohlenen Werten für ein Archivmagazin (5-8 g/kg) nahe kommt.

Austrocknen von Neubauten Eine Ausnahmesituation kann beim Beziehen eines Neubaus eintreten. Konnte das Gebäude nicht mehr ausreichend austrocknen, besteht die Gefahr, dass die stark hygroskopischen Archivmaterialien die ausströmende Baufeuchte aufnehmen. Hier kann ein kontrolliertes und behutsames Lüften bei kalter Außenwitterung einen natürlichen Ausgleich herstellen. Grundsätzlich sollte diese Notlösung aber vermieden und ein Magazinneubau erst nach einer hinreichenden Austrocknungsphase von zwei Heizperioden bezogen werden (was in der Praxis aber oft schwer durchsetzbar ist).

kontrolliertes Lüften Die Klimawerte im Außenbereich ändern sich im Laufe eines Tages gewöhnlich erheblich, so dass während des Lüftens die Temperatur- und Feuchtwerte permanent im Auge zu behalten sind. In der Regel wird sich für geeignete Lüftungsbedingungen immer nur ein begrenztes Zeitfenster bieten.

Schadstoffbelastungen beachten Es empfiehlt sich auch, vor dem Lüften die aktuelle Luftschadstoffbelastung der Magazinumgebung abzuschätzen und bei Innenstadtmagazinen z. B. das Lüften eher in Tageszeiten mit geringerem Verkehrsaufkommen zu verlegen. Auch hohe Ozonwerte sollten nicht über ein Öffnen der Fenster in die Archivlagerräume gelassen werden. Grenzwerttoleranzen für solche Luftschadstoffe gibt Anhang A der DIN ISO 11799 an.

An Stelle von einfachen Fenstern oder Lüftungsclappen bieten eingebaute Belüftungssysteme den Vorteil, dass die in die Magazine einströmende Frischluft durch Filtersysteme von Verschmutzungen und Staub gereinigt werden können und Insekten, Vögeln und Nagetieren der Zugang versperrt bleibt. Filter

Die Effektivität des Lüftens kann erheblich verbessert werden, wenn innerhalb des Magazins eine gute Luftzirkulation möglich ist, was bei einer kompakten Bauweise des Magazins mit einer Raumtiefe von mehr als 20 m und der dichten Lagerung in einer Rollregalanlage allerdings nur bedingt zu erreichen ist. Die Regale sollten daher parallel zu den Belüftungswegen aufgestellt sein, offene oder gelochte Seitenwände haben, nicht unmittelbar an den Wänden stehen, zwischen Fußboden und unterstem Regalbrett einen Mindestabstand von 150 mm sowie zwischen Archivgut und darüber liegendem Fachboden einen Mindestabstand von 50 mm frei lassen. Luftzirkulation

Normen und Verordnungen

DIN ISO 11799 Information und Dokumentation – Anforderungen an die Aufbewahrung von Archiv- und Bibliotheksgut.

Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 240: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit mikrobiell kontaminiertem Archivgut. Bundesarbeitsblatt 3, 2003, S. 60-66. – Text auch unter: www.baua.de. Vgl. auch den Abdruck im Anhang dieses Bandes.

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004. BGBl I, S. 2179. – Text auch unter: www.lfas.bayern.de.

Literaturhinweise

Giovannini, Andrea: De Tutela Librorum. Die Erhaltung von Büchern und Archivalien, 3., überarb. Auflage, Genf 2004.

Kotterer, Michael: Standardklimawerte für Museen? Ergebnisse eines Projekts, in: *Restauro*, Jg. 2004, H. 2, S. 106-116.

Sagstetter, Maria Rita: Klimatisierungskonzepte in jüngeren Archivgebäuden in Deutschland, in: Archivalische Zeitschrift 86, 2004, S. 323-355.

Stein, Hans: Fragen zur Anwendung des Kölner Modells im Archivbau, in: Der Archivar 45, 1992, Sp. 409-424.