

Handwritten signature

Kongressband

Raumklima in Museen und historischen Gebäuden

Herausgeber: Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.,
Danziger Straße 20,
D-74321 Bietigheim-Bissingen,
Telefon 071 42/544 98, Telefax 071 42/6 12 98
e-Mail: fgk-ev@t-online.de
Internet: www.fgk.de

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren
1. Auflage, Oktober 2000

Die Beteiligung des Nutzers bei Museumsneubau und -sanierung: Risiko oder Notwendigkeit?

oder

Welche Klimawerte sind die richtigen?

Dr. Andreas Burmester, Staatsgemäldesammlungen Doerner Institut, München

Bei den letzten Sätzen dieses Manuskriptes angelangt, wurde mir bewusst, dass ich meinen Beitrag in ein Parallelogramm widerstrebender Kräfte einbeschrieben habe: Klimawerte, Risiken, Notwendigkeiten, Nutzerbeteiligung. Seine Spannung ist bereits im Thema in Form zwei ungleich langer Fäden angelegt, zwei von vielen, unauflöslich verknüpft. Ohne dies anzustreben, habe ich damit eine Atmosphäre geschaffen, die mir von Baubesprechungen und Beratungsfällen nur allzu gut vertraut ist.

Sanierungen von musealen Altbauten und der Bau neuer Museen sind für jeden Museums- mann - gleich ob Frau oder Mann - ein Alptraum. Die anfängliche Freude über zukünftige Verbesserungen wird rasch von der Gewissheit überschattet, dass Monate, Jahre oder wie derzeit in Berlin oder München Jahrzehnte vom Bauen bestimmt sein werden. Diese Bau- aufgaben nähren weder Eitelkeiten noch sind sie glanzvoll zu vermitteln. Sie sind staubig, ärgerlich, langwierig. Bauaufgaben erfordern interdisziplinäres Denken und Dienen.

Für diese Aufgabe ist der Museums- mann fast ausnahmslos schlecht gerüstet: Weder seine Ausbildung noch seine Interessenlage haben ihn für eine fachliche Auseinandersetzung mit all den anderen am Bau Beteiligten gewappnet – ja um es deutlicher zu formulieren, eigent- lich hat er gehofft, niemals in seiner Berufslaufbahn mit der Thematik konfrontiert zu werden. Dies verkennet allerdings, dass meiner Erfahrung nach heute jeder Museums- mann zumindest einmal in seiner rund dreißigjährigen Berufslaufbahn mit der Sanierung eines der Häuser konfrontiert ist, in denen er arbeitet.

Auf den ersten Blick erscheinen die sonstigen, an der Bauaufgabe Beteiligten nahezu pro- fessionell: Sie ebnen seit Jahren politische Wege, sammeln Sponsorengelder, reichen Haushaltsunterlagen ein, sie planen und bauen – es entstehen allerdings Büro- und Wohn- gebäude, Kindergärten, Stadien, Theater, Universitätsinstitute, kurz alles, nur keine Muse- umsbauten. Kaum ein Politiker oder Architekt, schon gar keine ausführende Firma kommt dabei zweimal zum Zug. Seltene Ausnahme sind überregional arbeitende Planer, die bereits andernorts Erfahrungen sammeln konnten.

Leider zeigt sich also immer wieder, dass die Bauaufgabe der Sanierung eines Museumsaltbaus oder die Errichtung eines Neubaus fast alle Beteiligten, jedoch insbesondere den Nutzer in Neuland führt. Und ihn deshalb häufig überfordert.

Wer ist eigentlich der Nutzer? Er ist schwer zu beschreiben, denn er wandelt während des Bauvorhabens sein Gesicht. Ist am Anfang der mit den prinzipiellen Belangen der Sammlung vertraute und mit der Richtlinienkompetenz ausgestattete Museumsdirektor beteiligt – der jedoch technischen Belangen in der Regel uninteressiert gegenübersteht –, macht dieser während des Vorhabens Mitarbeitern Platz. Unfreiwillig dienstverpflichteten Kunsthistorikern, Haustechnikern, Verwaltungsfachleuten, Restauratoren. Erst kurz vor Eröffnung kehrt sich dieses Spiel um, zu Haustechnikern, Verwaltungsangestellten oder Restauratoren gesellt sich beim Umzug der Kunsthistoriker, zu diesem wieder der Direktor, der am Ende für die glanzvolle Eröffnung der Sammlung verantwortlich zeichnet. Der Nutzer ist somit vielgesichtig und es ist dem Leser überlassen, welche Profession er hinter ihm sieht. Die Vielgesichtigkeit hat für die anderen am Bau Beteiligten allerdings eine einfache, oft bittere Konsequenz: Es ist nicht zu erwarten, dass der Nutzer mit einer Stimme spricht. Wechselnde Personen heißt andere Erfahrungen, veränderte Wichtungen, gar konträre Meinungen, und heißt im schlimmsten Fall für die ausführenden Planer und Firmen immer wieder Änderungen in Planung und Ausführung. Aus vielen Beratungsfällen ist mir bekannt, dass der Nutzer alleine schon aus diesem Grund häufig nicht eingebunden wird und in der Konsequenz viele Entscheidungen gegen seine Interessen fallen. Bei vielen Bauvorhaben scheint der Eindruck vorzuherrschen, dass vom Nutzer kein essentieller, schon gar kein Beitrag in finanzieller Hinsicht zu erwarten ist, denn er ist selten Bauherr, was seine Position nachhaltig schwächt. Zudem ist er ein komplexer Verhandlungspartner, der sich dem unter Bauleuten üblichen Verhaltenskodex entzieht. Spricht also alles gegen die Einbeziehung des Nutzers?

Ich denke nein, denn eine einzige Tatsache wendet die ganze Argumentationskette in ihr Gegenteil! Nur der Nutzer kennt sein Museum, nur er kennt seine Bestände, und keiner ist mit jedem einzelnen der Objekte mehr vertraut als er. Seine Beteiligung ist alleine deshalb notwendig, ja unverzichtbar. Ich will an dieser Stelle einen zweiten Faden aufgreifen, will diese These am Beispiel der Sollwerte für das Raumklima belegen: Wie soll man die einfache Frage beantworten, welche Temperatur und welche relative Feuchte empfehlenswert wäre? Nun, für die Beantwortung müsste man den Bestand des jeweiligen Museums kennen, müsste wissen, was in Zukunft ausgestellt werden soll, müsste erfahren, was alles in welchen Depoträumen zu lagern ist und müsste davon sprechen, dass die meisten Objekte komplexe Verbundwerkstoffe sind, dass sie häufig aus hygroskopischen, aus durch Strahlung geschädigten oder durch mechanische Belastung geschwächten Materialien bestehen

... Man müsste auch differenzieren zwischen Sammlungen alter und denen moderner Kunst
... An diesem Punkt ist zu beobachten, dass alle am Vorhaben Beteiligten ihre Antwort auf obige Frage haben. Klimatechniker winken mit (im übrigen für den Museumsbereich nicht vorhandenen) DIN-Normen, Architekten erachten das Problem als marginal, verweisen jedoch auf prinzipielle technische Lösbarkeit (Mittel vorausgesetzt), Baubehörden verweisen auf winterliche Erfahrungen mit großmütterlichen Kommoden, und so trudelt das Thema auf Bierischniveau... und am Ende fragt man den Nutzer, welche Werte er denn für richtig halte.

Damit habe ich mich in eine missliche Situation manövriert, denn der Nutzer wird zwar rasch und überzeugend festlegen können, wie die Führungslinie durch sein Museum verlaufen soll, an welche Stelle Bodentanks für die Anschlüssen von Vitrinen gehören, welche Art der Kunstlichtbeleuchtung notwendig, welcher Fußbodenbelag gewünscht wird oder wie die Wandfarbe ausgeführt werden soll, doch in der Frage der „richtigen“ Werte für Raumklima und Luftreinheit wird der Nutzer möglichenfalls eine Antwort schuldig bleiben. Dies überrascht! Ich meine hierbei schuldig bleiben in dem Sinn, dass der Nutzer zwar die Konzentrationen von Luftschadstoffen wie Schwefeldioxid oder Ozon auf minimale Werte festlegen wird - denn wenig schadet wenig,¹ man dieselbe Argumentation jedoch nicht bei Temperatur oder relativer Feuchte anwenden kann.

Wie gehen wir mit diesen beiden Größen um? Aus Erfahrung wissen wir, dass unterschiedliche Materialien unterschiedlich auf Feuchte und Temperatur reagieren bzw. vor allem auf eine Änderung dieser beiden Größen. Generell gilt: Die Raumklima-Sollwerte definieren sich am materiellen Ist-Bestand der auszustellenden oder zu deponierenden Objekte. Oder: Die Raumklima-Istwerte definieren, was ausgestellt oder deponiert werden kann (Soll-Bestand). Diese wechselseitige Abhängigkeit ist Ausgangspunkt für alle weitere Planung: Sei es also für die Entscheidung, ob eine bestimmte Sammlung für eine Präsentation oder Verwahrung in einer vorgeschlagenen Bauhülle geeignet ist (was meine Präferenz ist), oder sei es, um beurteilen zu können, wie das Raumklima zum Besseren gewendet werden muss, damit der Bau als sichere Hülle für die Sammlung dienen kann. Allerdings gilt dies nur im Generellen, steckt der Teufel doch im Detail: Man denke nur an die Tatsache, dass unterschiedlich alte und unterschiedlich gealterte Rückseiten von Tafelgemälden aus unterschiedlichen Hölzern mit unterschiedlichen Rückseitenanstrichen versehen wurden, was die Diffusion von Wasserdampf in jedem Fall anders beeinflussen wird (Abbildung 1). Jedes Objekt – selbst wenn wir uns nur auf Holztafeln beschränken - entpuppt sich somit als Individuum. Diese Vielfalt wird eindringlich von den beteiligten Restauratoren vermittelt, eine Vielfalt, vor der jeder Planer am liebsten kapitulieren würde! Denn nicht Vielfalt, sondern klare Zahlenwerte sind gefragt. Je einfacher, desto besser.

Das Verständnis für die Komplexität der Thematik lässt sich am einfachsten dadurch entwickeln, dass wir uns zuerst einmal der historischen, von mir bereits an anderer Stelle publizierten² Entwicklung von Raumklimawerten in Museen (Tabelle 1) zuwenden:

1. Es ist ausgesprochen schwierig, in der Literatur vor ca. 1930 verlässliche Angaben über die Klimabedingungen in unseren Museen zu finden. So wird aus dem Kaiser-Friedrich-Museum zu Berlin (das heutige Bode-Museum) berichtet,³ dass die Heizungsanlage wie folgt konzipiert sei: „Die ganze Luft wird durch diese Kanäle hindurchgepumpt und dergestalt eine möglichst gleichmäßige Erwärmung hervorgebracht. Die Wärme soll nicht über + 13°C steigen“. Notwendig sei dies, weil „Ölgemälde besonders der venezianischen Schulen in unseren Breiten leicht Blasen werfen und diejenigen auf Holz wie die Holzschnitzwerke reißen oder ihre Farben abstoßen“. Die Luftführung erfolge über Einlässe in Deckennähe, die Luft werde bereits vor Eintritt in die Kanäle gefiltert: „Sie wird daselbst auch befeuchtet, da annähernd 68 vH. Feuchtigkeit in den Bilderräumen erforderlich ist“. Die Sollwerte betrugen somit maximal 13°C und 68% relative Feuchte. Leider finden sich keinerlei Angaben, wie stabil diese Werte waren: Es ist allerdings zu vermuten, dass sie in den Oberlichtsälen auf Grund der hohen Wärmelast und gängiger Undichtigkeiten der Glasdächer kaum einzuhalten waren und dass trotz der erwähnten Filterung Luftschadstoffe aus der stark verschmutzten Berliner Großstadtluft ihren Weg in die Galerie fanden.

Vor allem diese Luftschadstoffe haben 1936 zu ersten systematischen Messungen durch F. I. G. Rawlins an der National Gallery London geführt, der ihre schädigende Wirkung auf Kunstobjekte erkannte.⁴ Diese Erkenntnis blieb jedoch zuerst einmal ohne Konsequenz, da der Krieg nahte, und Rawlins andere Sorgen bekam, da durch die schweren Luftangriffe der deutschen Truppen eine Auslagerung der Bestände erzwungen wurde. Über mehrere Stationen gelangte sie in den Manod Stollen in der Nähe von Ffestiniog (Wales).⁵ Die Temperatur im Stollen lag konstant bei 8°C, die relative Feuchte bei geschätzten 100%, also weit zu hoch für eine Deponierung von Gemälden. Durch eine simple Anhebung der Temperatur auf 17°C konnte die hohe relative Feuchte allerdings auf stabile 58% abgesenkt werden: Dies könnte man als die Geburtsstunde der Klimaanlage im Museum, die Geburt der „aktiven Konservierungsmaschine“ ansehen, denn Rawlins stellte fest, dass sich die geringen Schwankungen der relativen Feuchte wie der Temperatur außerordentlich positiv auf die Erhaltung der Gemälde auswirkten.⁶ Kaum waren die Gemälde wieder zurück in London, riss im kalten Winter 1946/47 eine der Rubenstafeln von oben nach unten! Nicht zuletzt dieses Erlebnis führte in den frühen 50er Jahren zur Einführung von „air conditioning“ Systemen:

Nur durch sie wurden hohe Luftreinheit, eine weitgehende Stabilisierung des Raumklimas und die Einhaltung vorgegebener Sollwerte möglich.⁷

2. Doch die „aktive Konservierungsmaschine“ hat auch manche Schattenseiten: So provozierten die Möglichkeiten der Technik zwischenzeitlich eine Anhebung der Raumtemperaturen in Alt- wie Neubauten auf „wohnliche“ Werte. Offenkundig haben sich die Raumklimabedingungen dabei weit von den Außenbedingungen wegbewegt. Dies betrifft neben der Temperatur vor allem die relative Feuchte: Um die aus konservatorischen Beweggründen geforderten relativen Feuchten halten zu können, ist eine deutliche Erhöhung der absoluten Feuchte unumgänglich. Kurz, wir pumpen unsere Häuser mit Wasser voll, was vielfache Folgen hat: Neben unmittelbaren Auswirkungen auf den Baukörper (Durchfeuchtung der Wände, Schimmelbildung an Kältebrücken, Kondensfeuchte an Staubdecken und Fenstern...) werden ein denkbarer Ausfall der Technik und – auf lange Sicht – die immensen Unterhaltskosten zum dauerhaften Risiko für das Objekt. Gerade letzterer Punkt wird das zunehmend der Eigenregie überantwortete Budget vieler Häuser zukünftig derart strangulieren, dass Abstriche in klimatischer Sicht voraussehbar sind. Erste Versuche, Museen zu zwingen, die Toleranzen aufzuweiten und derart Geld zu sparen, sind bereits zu vermelden.

An vielen modernen Museumsbauten ließe sich zudem aufzeigen, dass ihre am Äußeren orientierte Architektur elementare bauphysikalische Erkenntnisse verletzt. Als Beispiel seien Glasfassaden oder –dächer ohne außenliegenden Sonnenschutz, nicht isolierte Zwischendächer oder aber nie gebaute Klimaschleusen in Zugangsbereichen erwähnt. Die natürlichen Bedingungen rücken hautnah und sind nur mit großem technischen Aufwand in Schach zu halten.

Übertechnisierung, drückende Kosten und „moderne“ Architektur: In dreifacher Hinsicht wurden unsere Häuser so extrem störungsanfällig und die „aktive Konservierungsmaschine“ konterkariert zwischenzeitlich unsere auf eine dauerhafte Bewahrung ausgerichteten konservatorischen Bemühungen.

3. Doch kehren wir in die Mitte der Tabelle 1 zurück, die einen für das Verständnis der heutigen Situation wichtigen Wert liefert. Fragt man Museumsleute nach Klimawerten, so werden häufig „die von ICOM“ genannt. Gemeint ist dabei wohl die im Jahr 1960 von H. J. Plenderleith und P. Philippot publizierte Schrift,⁸ die allerdings keine expliziten Sollwerte nennt, sondern eigentlich nur das Ergebnis einer Umfrage unter Museen wiedergibt. Unklar bleibt dabei, ob die befragten Häuser klimatisiert oder unklimatisiert waren, wie die

Werte messtechnisch ermittelt wurden, oder ob sie Ist- oder Sollwerte darstellen. In ihrer Diskussion erachten die Autoren am Ende eine relative Feuchte von 50 – 60% als sinnvoll, eine Empfehlung für die Temperatur wird interessanterweise nicht gegeben. Alle ihre Überlegungen sind wesentlich von den positiven Erfahrungen im Bergwerk bei 17°C und 58% relativen Feuchte durchtränkt: Diese gingen dann als die sogenannten „Idealwerte“ in die Literatur ein. Die Empfehlungen von Plenderleith und Philippot aus dem Jahr 1960 mutierten zwischenzeitlich im Bewusstsein sehr vieler Museumsleute zu „den ICOM-Werten“. Doch kaum einer kennt den Originalbeitrag und, obgleich sich die Werte geändert haben, scheint er ein wichtiger Bezugspunkt zu sein. Wie sehr sich die Werte geändert haben, kann man an der Mitteilung eines Museumsdirektors ermessen, der folgende Werte wünschte: „Temperatur 22 +- 4°C, relative Feuchte 50 +- 5%“. Hierbei fügte er den für uns aufschlussreichen Hinweis an: „... daß es sich hier um einen selbstverständlichen internationalen Standard handelt.“ Woher kommen all diese Standards? Warum international? Soll dies wirklich für alle Klimazonen gelten? Für alle Objekt- und Materialgruppen? Tag und Nacht? Sommers wie winters?

4. Jüngere Empfehlungen, natürlich auch solche von ICOM,⁹ differenzieren. Für diesen Beitrag seien zwei, in gewisser Weise extreme Positionen herausgegriffen (Tabelle 2 und 3). Beide erheben keinen Anspruch darauf, internationaler Standard zu sein. Beide versuchen, zu differenzieren und zugleich zu vereinfachen. Und bei beiden stellt sich mir die Frage, ob diese Differenzierung noch die Beantwortung der scheinbar einfachen Frage erlaubt, welches Klima wir in unseren Häusern denn haben sollen. Und zugleich, ob die Vereinfachung der Komplexität der uns anvertrauten Objekte gerecht wird?
 - 4.1 Entgegen gängigen Empfehlungen der obigen Art wird die relative Feuchte offensichtlich zunehmend als wichtiger als die Temperatur angesehen.
 - 4.2 In der Regel richtet sich das Augenmerk dabei weniger auf die Absolutwerte, sondern vielmehr darauf, dass der Wert zwischen zwei Extremwerten liegt. Die Wahl der beiden Werte basiert dabei auf empirischen Erfahrungen, die durch naturwissenschaftliche Untersuchungen erhärtet werden können.¹⁰ So ist über rund 65% mit Schimmelfall (Abbildung 2a) zu rechnen.¹¹ Je höher die relative Feuchte ist, desto rascher wird Schimmel auftreten (Abbildung 2b). Bei hohen relativen Feuchten kann sich die Farbe von Farblacken beschleunigt ändern (Abbildung 2c), während Papiere, andere Celluloseprodukte oder Leime quellen (Abbildung 2d). Unterhalb von rund 40% ist mit einer deutlich erhöhten Spannung in textilen Bildträgern (Abbildung 2e) sowie dem Schwinden und Reißen von Zahn, Horn, Holz und Kunststoffen zu rechnen (Abbil-

dung 2f). Zwischen beiden genannten Extremen von 40 und 65% wird also fast jedes der genannten Materialien sein individuelles Optimum finden, in dem dann die Schädigungsrate auf ihr Minimum sinkt. In der Praxis hat es sich bewährt, diese Grenzen im Hinblick auf ein bestimmtes Material oder verwandte Materialien enger zu stecken, z. B. für Leinwandgemälde auf 50 – 55%. Allerdings: Jede Suche nach der optimalen relativen Feuchte muss im Fall von Verbundwerkstoffen, also dem musealen Regelfall, zu einem Kompromiss führen. Und: Im Hinblick auf die Vielzahl der in einem Museum vertretenen Materialien – von der Leinwand bis zum Gebäude selber – gibt es keinen optimalen Wert (Abb. 3).

Jeder von uns ist mit der Situation vertraut, dass insbesondere die Feuchtwerte kurzzeitig oder bei besonderen Wetterlagen außerhalb des Toleranzbereiches liegen. Wie von Ashley-Smith vorgeschlagen,¹² erscheint es deshalb sinnvoll, Ausreißer mit der Angabe von „50 +/- 5% in 95% der Zeit bzw. 20 +/- 1°C in 95% der Zeit“ zu berücksichtigen. Die Werte können also an 18 Tagen am Jahre am Stück, aber auch stundenweise über wesentlich mehr Tage verteilt außerhalb von 45, ..., 55% bzw. 19, ..., 21°C liegen.

Diese Sichtweise ist im Zusammenhang mit dem Bemühen zu sehen, innerhalb der präventiven Konservierung abzuschätzen, wo die Risiken für unsere Objekte liegen.¹³ Es ist allerdings nicht mehr als ein vielversprechender Anfang für eine zukünftige statistische Behandlung von Klimadaten. Die Angabe 50 +/- 5% meint, dass die Werte zwischen 45 und 55% liegen sollen. Doch wie realistisch ist dies? Lehrt uns nicht der tägliche Umgang mit Klimaanlage, dass es immer wieder zu Ausreißern kommt, die sich den Spezifikationen bislang entziehen? Diese ließen sich dadurch berücksichtigen, dass man die Angabe 50 +/- 5% als Mittelwert (z. B. eines Tages) sowie die dazugehörige einfache Standardabweichung liest. Hiermit würde man der Situation der Praxis weit gerechter, da die Istwerte in vielen Häusern in dem angegebenen Intervall nie zu 100% eingehalten werden. Zugleich wäre die Zeit berücksichtigt, da der Wert (Normalverteilung vorausgesetzt) in 95% der Zeit bei rund 50 +/- 10%, in 99% der Zeit gar bei rund 50 +/- 13% liegen würde. Möglichenfalls erscheint diese Toleranz zu weit und die Standardabweichung müsste enger gesetzt werden, z. B. 50 +/- 3% in 66% der Zeit dann 50 +/- 6% in 95% der Zeit, 50 +/- 7,7% in 99% der Zeit und 50 +/- 10% in 99,9% der Zeit. Praktisch würde nichts dagegensprechen, da wir unser Raumklima heute in vielen Häusern bereits mit Datenloggern online messen bzw. die Daten über Funk auf PCs auflaufen. Unter diesen Voraussetzungen ließe sich das Tagesmittel

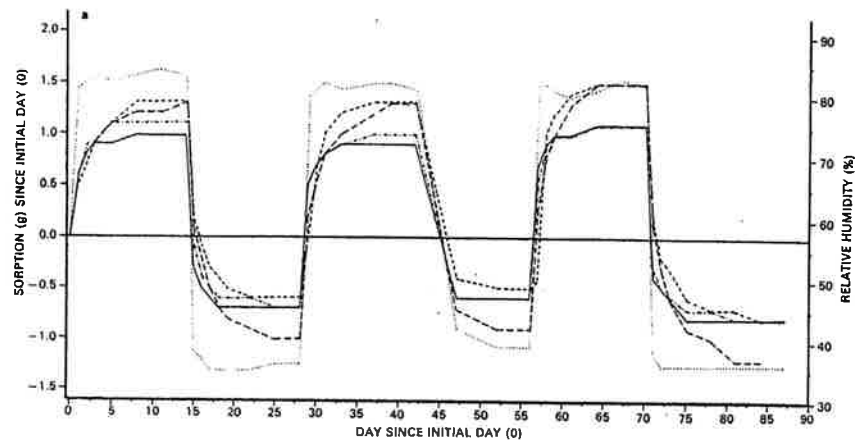
sowie die dazugehörige Standardabweichung leicht ermitteln. Hiermit würden wir auch die Ära stapelweise gesammelter, nachlässig beschrifteter, fünffach überschriebener, unauswertbarer Blätter nie kalibrierter Thermohygrographen verlassen!¹⁴

- 4.3 Doch gleich welcher Absolutwert, gleich ob absolute Abweichung oder ob Standardabweichung, alle Werte sind derzeit Gegenstand kontroverser Diskussion und es würde den Raum dieses Beitrages sprengen, sie in allen Details zu verfolgen. Einige glauben Belege dafür gefunden zu haben, dass die im Museum vertretenen Materialien weit weniger anfällig gegen Feuchteschwankungen sind, als dies bislang behauptet wird.¹⁵ Hieraus leiten sich tolerierte Absolutabweichungen von bis zu $\pm 10\%$ ab. Solange man diesen Wert im Falle von Kieferholz nicht überschreite, könne eine plastische Verformung, sprich irreversible Schädigung, vermieden werden. Dieser Wert schlägt sich pauschal für alle Materialien in vor wenigen Monaten erschienenen Klimaempfehlungen nieder (Tabelle 2),¹⁶ die einen neuen Versuch darstellen, Raumhüllen (klimatisierte Häuser, nur im Sommer genutzte Landhäuser etc.) im Hinblick auf die dort gebotenen klimatischen Bedingungen zu beschreiben. Dabei werden verschiedene Qualitätsstufen eingeführt, wobei die Autoren generell von einer relativen Feuchte von 50% sowie Temperaturen zwischen 15 und 20°C für Museen, Archive und Bibliotheken ausgehen.
- 4.4 Gegner derart aufgeweiteter Toleranzen halten entgegen, dass praktische Erfahrungen an einzelnen Objekten (z. B. Arbeiten auf Papier, Collagen, Buchmalerei auf Pergament, gefasste Skulpturen, ethnologische Objekten aus unbehandelten Hölzern oder Möbel) für eine weitestgehende Stabilisierung der relativen Feuchte sprechen. Das nicht zu bestreitende Verhalten von Kieferholz gestattet noch lange keine pauschale Aufweitung der Toleranzen für komplexe Verbundwerkstoffe in zudem unterschiedlich gealtertem Zustand. Wir sollten deshalb das Risiko mindern.¹⁷ Hiervon sind jüngst von uns vorgelegte Sollwerte (Tabelle 3) getragen, die ihr Augenmerk insbesondere auf die Häufigkeit (Frequenz) vor allem der Feuchteschwankungen wie aber auch die der Temperatur richten. Dabei werden die tolerierbaren Kurzzeitschwankungen der relativen Feuchte knapp an der Messgenauigkeit der uns heute verfügbaren elektronischen Sensorik ($\pm 2,5\%$ Absolutabweichung) definiert. Ich gebe allerdings zu: Derartig enge Grenzen sind mit Sicherheit in Glas- oder Oberlichtbauten selbst mit großem technischen Aufwand nicht einzuhalten. Die Situation erfordert deshalb ein prinzipielles Umdenken im Museumsbau:¹⁸ Ein weiterer, bewusst gesuchter Reibungspunkt.

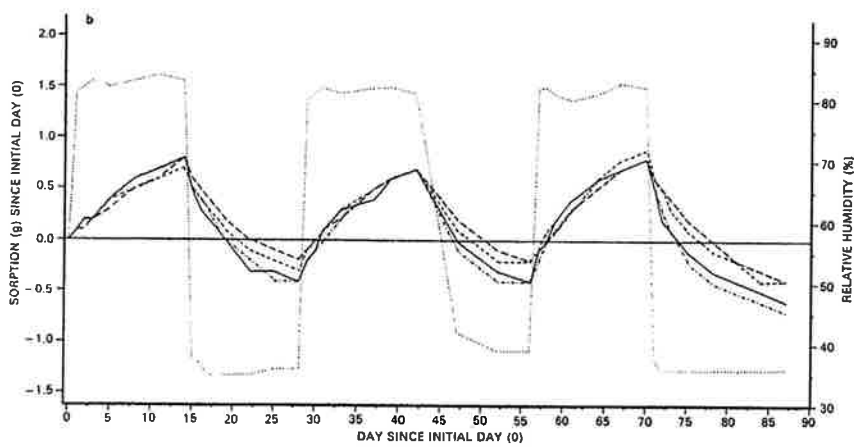
4.5 Und zum Abschluss ein sehr wichtiger Punkt: In der musealen Praxis hat es sich sehr bewährt, die Einhaltung und die Kontrolle gleichwelcher Sollwerte durch eine geeignete Sensorik zu kontrollieren. Empfehlenswerterweise geschieht dies durch eine von der Raumlufteinlage physikalisch und vor allem in der Zuständigkeit unabhängige Sensorik, die die Istwerte objektnah (!) misst.

Alles in allem: Es ist eine Situation im Umbruch und eine Stabilisierung ist auf Grund fehlender Grundlagenforschung nicht in Sicht. Es mag jedoch deutlich geworden sein, dass die „selbstverständlichen internationalen Standards“ mit ihren einfachen Angaben durchaus problembehaftet sind. Mit Belangen der präventiven Konservierung Vertraute machen sich allerdings keinerlei Illusionen über die Langlebigkeit derartiger „einfacher Werte“. Auf Grund gravierender Mängel in der Ausbildung, auf Grund fehlenden Interesses, ja auf Grund gänzlich fehlender Fortbildung in dem Bereich der Präventiven Konservierung werden viele Nutzer sie auch weiterhin nennen. Meine Ausführungen haben aber vielleicht deutlich gemacht, dass die Antwort auf die Frage, was die richtigen Klimawerte sind, mehr als zweier Werte bedarf. Es geht um eine sorgsame Abwägung der Risiken, die eine genaue Kenntnis der Sammlungsbestände voraussetzt. Diese Risikoabwägung kann folglich einzig der Nutzer vornehmen. Nur mit einer differenzierten, konservierungswissenschaftlich fundierten Betrachtungsweise lässt sich am Ende eine gültige Antwort finden. Die Vielfalt der vertretenen Materialien macht allerdings alle Sollwertangaben zu einem Kompromiss. Ein Kompromiss, für den wiederum einzig der Nutzer verantwortlich zeichnet. Bereits deshalb, aber natürlich nicht nur deshalb, ist die Beteiligung des Nutzers bei der Sanierung von Museumsaltbauten aber auch bei Museumsneubauten notwendig, ja unverzichtbar!

Effect of selected coatings on moisture sorption of selected wood test panels



Key: — basswood, --- oak, - - - mahogany, - . - . - poplar, relative humidity.



Key: — basswood, --- oak, - - - mahogany, - . - . - poplar, relative humidity.

Figure 2 Graphs, by coating type, of moisture sorption versus time for four wood types during three cycles of relative humidity. Graphs are shown for sample blocks (a) uncoated, (b) coated with a non-infused beeswax layer, (c) heat-infused beeswax, (d) Saran F-310, (e) Acryloid B-72 and (f) a commercially prepared polyurethane.

Abbildung 1:

Wasseraufnahme von unbehandelten (oben) und mit Bienenwachs behandelten Hölzern (unten) bei zyklischer Änderung der relativen Feuchte [Abbildung und Legende entnommen J. A. Brewer, Effect of Selected Coatings on Moisture Sorption of Selected Wood Test Panels with Regard to Common Panel Painting Supports, in: Studies in Conservation 36 (1991), 9 – 23].

Abbildung 2a bis f: Wechselwirkung verschiedener Materialien mit der relativen Feuchte, nähere Erläuterungen siehe Text [Abbildung und Legenden entnommen St. Michalski, Relative Humidity: A Discussion of Correct / Incorrect Values, in: ICOM Committee for Conservation Preprints Washington 1993, S. 624 – 629].

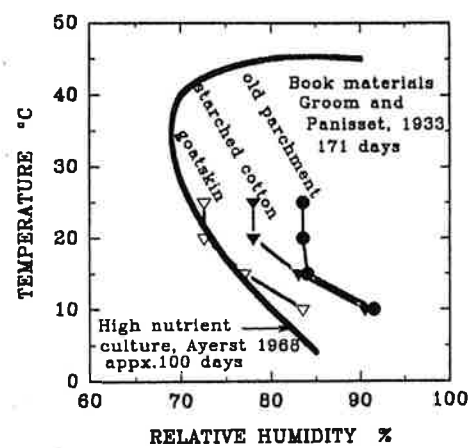


Figure 1. Lowest values of RH that will support mould growth (book study: one species; culture study: many species.)

Abbildung 2 a

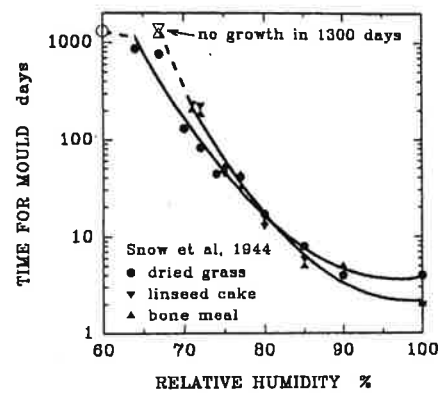


Figure 2. Time required for mould to develop on some high nutrient materials (first appearance of mycelium, many species).

Abbildung 2 b

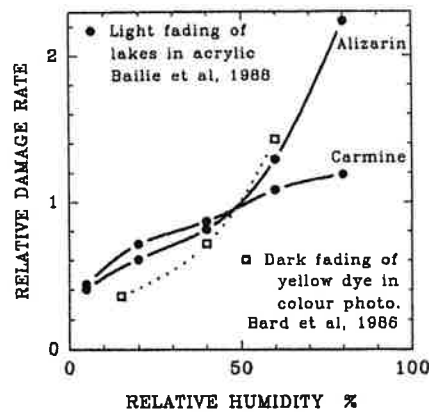


Figure 4. Influence of RH on fading of some colourants.

Abbildung 2 c

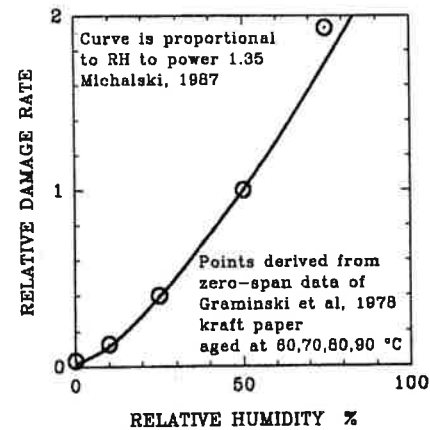


Figure 3. Effect of RH on rate of loss of strength in paper fibers.

Abbildung 2 d

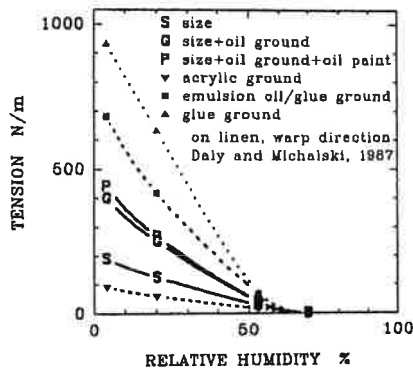


Figure 8. Effect of 0-70% RH on the tension in paintings. At 70-100% RH, the linen dominates and may rise in tension ("shrinker").

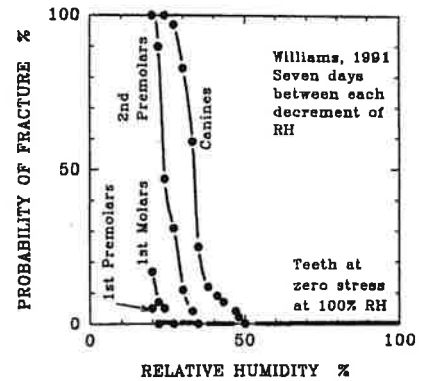


Figure 9. Fracture of fresh teeth in a natural history collection as humidity drops.

Abbildung 2 e

Abbildung 2 f

RELATIVE HUMIDITY STABILITY ZONES

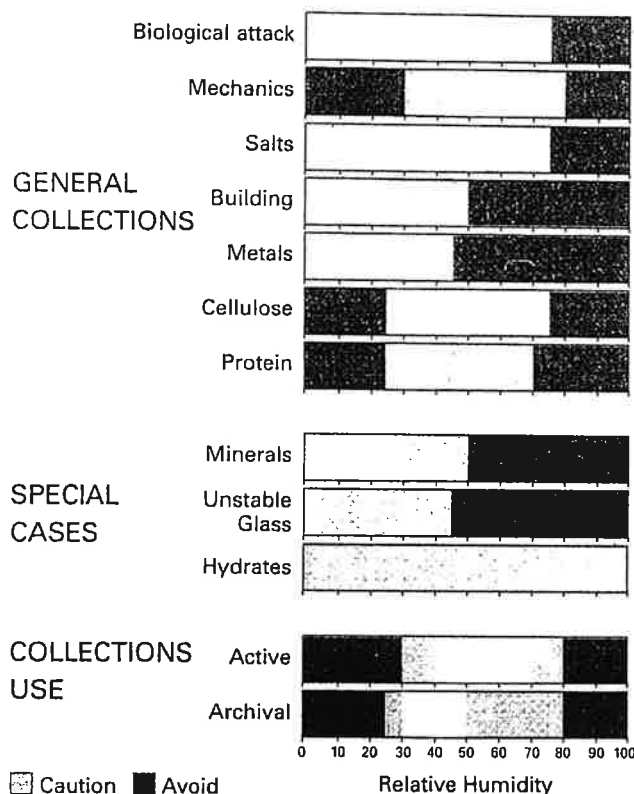


Fig. 15 The ranges of relative humidity suggested by consideration of various factors. No one RH is ideal, and any value chosen must be a compromise.

Abbildung 3: Übersicht über Bereiche der relativen Feuchte, die vermieden (schwarz), bei denen Vorsicht geboten (grau) und die unbedenklich sind (weiß) [Abbildung und Legende entnommen D. Erhardt und M. Mecklenburg, Relative Humidity Re-Examined in: A. Roy und P. Smith (Hrsg.), Preventive Conservation: Practice, Theory and Research, IIC Ottawa Congress 1994, S. 32 - 38].

Tabelle 1: Historische Entwicklung der für die Ausstellung von Gemälden empfohlenen oder eingehaltenen Werte der Temperatur und der relativen Feuchte [aus A. Burmester 1997 op. cit. (Anm. 2), dort finden sich auch nähere Hinweise zu den zitierten Quellen]

Quelle	Jahr	Temperatur [°C]	Relative Feuchte [%]
Sarrazin¹⁹	1904	max. 13	68
MacIntyre	ca. 1934		55 – 60
Coremans	1935	15	60
Rawlins	1942	15.6	60
Rawlins	1943	15.6	55 +- 3
Anon.	1950	18.3	58
Keeley et al.	1951	18.5	55
Anon.	1955		für Tafeln 65, wegen Kondensation 50 - 55
Plenderleith und Philip-pot	1960	(17)	50 - 60, optimal bei 58
Brommelle	1967		50 – 60 +- 3
Wolters	1966 und 1973	16 - 18	50 - 65, optimal bei 58
Richter	1971	18	50 – 65
Thomson	1978	20 +- 1.5	50 – 55 +- 4
Stolow	1979	15 - 20	60 – 65
de Guichen ICCROM	1980		50 – 65
Kühn	1981	12 - 18	55 - 60, im allgemeinen jedoch 45 - 65 genügend, geringe Schwankungsbreite
Thomson	1986	19 +- 1 im Winter und bis zu 24 +- 1 im Sommer	50 oder 55 +- 5
Hilbert	1987	20 - 24 +- 2 bei jahreszeitlicher Anpassung	45 – 55 +- 2
Richard et al.	1991	23	50 - 60
Michalski	1993		45 – 55 +- 5
Ashley-Smith et al.	1993	20 +-1 in 95% der Zeit	50 +- 5 in 95% der Zeit
Hilbert	1996	18 - 25	45 – 55 +- 2

Tabelle 2: Sollwerte der Temperatur und der relativen Feuchte nach St. Michalski 1999 op. cit. (Anm. 16).

Qualitätsstufe	Sollwerte
Absolutwerte für relative Feuchte und Temperatur in Museen, Bibliotheken und Archiven	relative Feuchte bei 50% und Temperatur zwischen 15 und 20°C
AA	<p>+/- 5%, +/- 2°C, keine mit den Jahreszeiten gleitende relative Feuchte, während die Temperatur um 5 °C steigen oder fallen kann</p> <p>Kein Risiko von mechanischen Schädigungen für Objekte und Gemälde. Einige Metalle und Mineralien können zerfallen, wenn die [empfohlenen] 50 % relative Feuchte eine [materialtypische] kritische relative Feuchte überschreitet.</p>
A	<p>+/- 10 %, +/- 2 °C Kurzzeitschwankung, keine mit den Jahreszeiten gleitende relative Feuchte, während die Temperatur um 5 °C steigen oder um 10 °C fallen kann</p> <p>oder +/- 5%, +/- 2°C Kurzzeitschwankung, mit den Jahreszeiten gleitende relative Feuchte von +/- 10%, während die Temperatur um 5 °C steigen oder um 10 °C fallen kann</p> <p>Kleines Risiko von mechanischen Schädigungen für sehr empfindliche Objekte, kein Risiko mechanischer Schädigung für die meisten Objekte, Gemälde, Photographien und Bücher.</p>
B	wie A, nur unbegrenzte Absenkung der Temperatur analog zu den Außenwerten.
C	25 – 75%, < 30°C im Sommer
D	< 75 %

Tabelle 3: Sollwerte für die relative Feuchte und die Temperatur direkt am betreffenden Objekt. Die Anforderungen sind in sechs Punkten fallender Priorität angeordnet: Der relativen Feuchte wird somit eine höhere Priorität als der Temperatur zugewiesen, wobei grundsätzlich die Gesamtheit der Anforderungen zu beachten ist. Die Angaben gehen auf einen Vorschlag von W. Eckermann, Deutsches Zentrum für Handwerk und Denkmalpflege Fulda und vom Verfasser zurück, der jüngst in W. Berchtold, A. Burmester, W. Eckermann, H. Großes Schmidt, J. Haas, J. Kaluza, G. Puttfarken, Chr. Schimmer, H.-G. Wolf und N. Anastasakou (Red.), Raumklima in Museen, Broschüre des Fachinstitutes Gebäude-Klima e. V., Bietigheim-Bissingen 1999 publiziert wurde.

Punkt	Kennwert	Sollwert
1	Änderung der relativen Feuchte während einer Stunde	$\leq 2.5\%$ Beachte: Der Änderung sollte möglichst gering, die Häufigkeit von Schwankungen möglichst klein gehalten werden.
2	Änderung der relativen Feuchte während eines Tages	$\leq 5\%$ Beachte: Der Änderung sollte möglichst gering, die Häufigkeit von Schwankungen möglichst klein gehalten werden.
3	Minimal- und Maximalwerte der relativen Feuchte während einer Woche	Holz: 55% - 60% Leinwand: 50% - 55% Papier: 45% - 50% Metall: 5% - 40% Beachte: Werden Objekte aus verschiedenen Materialien deponiert oder ausgestellt, kann der Wert nur ein Kompromiss zwischen den konservatorischen Bedürfnissen der Einzelmaterialien sein.
4	Saisonales Gleiten der relativen Feuchte während eines Jahres ²⁰	+ 5% (Sommer)... - 5% (Winter) gegenüber den Wochenwerten (Punkt 3) Beachte: Die Vorgeschichte der Objekte, bauliche Gegebenheiten oder regionale Besonderheiten (Klimazone) können ebenfalls für eine Absenkung oder Erhöhung der relativen Feuchte sprechen.
5	Änderung der Temperatur während einer Stunde	$\leq 1^{\circ}\text{C}$ Beachte: Die Änderung sollte möglichst gering, die Häufigkeit von Schwankungen möglichst klein gehalten werden.
6	Saisonales Gleiten der Temperatur während eines Jahres	4 - 28 °C Beachte: Für die Mehrzahl ausgestellter Materialien sind niedrigere Temperaturen aus konservatorischer Sicht vorteilhaft. Die Wahl der Innentemperatur orientiert sich an dem durchschnittlichen monatlichen Außenwert, wobei die Differenz zwischen beiden möglichst klein sein sollte. Erhöhte Temperaturen im Bereich zwischen 24 und 28°C sind höchstens in 150 Stunden pro Jahr zulässig.

Anmerkungen

- 1 Laut G. Thomson, *The Museum Environment*, London 1986², S. 268 unter 10 Mikrogramm/m³ für SO₂ und unter 2 Mikrogramm/m³ für Ozon.
- 2 A. Burmester, Der moderne Museumsbau: Konzept des Überlebens oder überlebtes Konzept, in: *museum heute* 13 (1997), S. 19 - 29. Dasselbe, in: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 11 (1997), S. 192 - 200.
- 3 O. Sarrazin und F. Schultze, Das neue Kaiser Friedrich-Museum in Berlin, in: *Zentralblatt der Bauverwaltung* XXIV (22.10.1904), S. 529 - 533. Die angeführten Zitate entstammen den Seiten 530 und 531. Besonders interessant ist, daß die Heizkörper sowohl in Fensternischen aber vor allem in den Mauern installiert waren. Damit sollte Hängefläche gewonnen und eine Verschmutzung der Wände über den Heizkörpern vermieden werden.
- 4 H. Boothroyd Brooks, *The Measurement of Art in the Essay of F. I. G. Rawlins*, AGM Vortrag, abgedruckt in *IIC Bulletin* Nr. 2 (April 2000), S. 1 - 4.
- 5 Der Autor dankt D. Saunders, National Gallery London für die Überlassung seines bislang unpublizierten Manuskriptes „*The National Gallery at War*“.
- 6 F. I. G. Rawlins, *The National Gallery in War-Time*, in: *Nature* 151 (30. 1. 1943), S. 123 ff.
- 7 T. R. Keeley und F. I. G. Rawlins, *Air Conditioning at the National Gallery London, Its Influence upon the Preservation and Presentation of Pictures*, in: *Museum* 4 (3) (1951), S. 194 - 200.
- 8 H. J. Plenderleith und P. Philippot, *Climatology and Conservation in Museums*, ICOM Rom 1960, S. 243 - 289, Reprint aus *Museum* XIII No. 4 (1960).
- 9 Der Autor verdankt Barbara Fischer, Berlin den Hinweis auf die kleine Broschüre von ICOM-Schweiz, *Vom Umgang mit Museumsobjekten: Handhabung, Transport, Lagerung*, 1988.
- 10 St. Michalski, *Relative Humidity: A Discussion of Correct / Incorrect Values*, in: *ICOM Committee for Conservation Preprints Washington 1993*, S. 624 - 629.
- 11 Diese Angabe vereinfacht: So wächst laut G. Krist und G. Banik, *ICCROM Paper Conservation Course 1995*, S. 123 *Aspergillus vitricolae* auf Fasern zwar erst ab 60%, *Aspergillus furnigatus* auf Papier jedoch bereits ab 32,5%, *Aspergillus terreus* ebenfalls ab rund 35% relativer Feuchte, wobei erhöhte Temperaturen von 22 bis 32°C förderlich sind.
- 12 J. Ashley-Smith, N. Umney und D. Ford, *Let's be Honest - Realistic Environmental Parameters for Loaned Objects*, in: A. Roy und P. Smith (Hrsg.), *Preventive Conservation: Practice, Theory and Research*, IIC Ottawa Congress 1994, S. 28 - 31.
- 13 J. Ashley-Smith, *Risk Assessment for Object Conservation*, Oxford 1999.
- 14 Siehe hierzu die aufschlußreichen Ausführungen von J. P. Brown, *Hygrometric Measurements in Museums: Calibration, Accuracy, and the Specification of Relative Humidity*, in: Ashok Roy und Perry Smith (Hrsg.), *Preventive Conservation - Practice, Theory and Research*, IIC Preprints Ottawa Congress 1994, S. 39 - 43.
- 15 (1) D. Erhardt und M. Mecklenburg, *Relative Humidity Re-Examined* in: A. Roy und P. Smith (Hrsg.), *Preventive Conservation: Practice, Theory and Research*, IIC Ottawa Congress 1994, S. 32 - 38 und (2) Michalski 1993.
- 16 In Kurzform St. Michalski, *Setting Standards for Conservation: New Temperature and Relative Humidity Guidelines are Now Published*, in: *CCI Newsletter* No. 24, November 1999, S. 3 - 4.
- 17 Eine sehr ähnliche Sichtweise vertritt D. Saunders in seinem AGM Vortrag, „*Who needs Class 1 Museums*“, abgedruckt in *IIC Bulletin* No. 2 (April 1997), S. 3 - 6.
- 18 A. Burmester, *Das schwitzende Bild unter dem heißen Glasdach*, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 25. 4. 98 Nr. 96, S. 37.
- 19 O. Sarrazin und F. Schultze, op. cit.
- 20 Siehe hierzu auch das von G. S. Hilbert in G. S. Hilbert (Hrsg.), Barbara Fischer und Klaus Bleker, *Sammlungsgut in Sicherheit*, Berlin 1996², S. 189 vorgeschlagene und offenkundig bereits in vielen Häusern eingesetzte Sollwertprogramm für die relative Feuchte.

Tagungsband

Rummel



Raumklima in Museen und historischen Gebäuden

