

32 (2005) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

Ralf Kilian, Klaus Sedlbauer, Martin Krus

Klimaanforderungen für Kunstwerke und Ausstattung historischer Gebäude

Aufgaben in der Denkmalpflege

Die Erhaltung von Baudenkmalen und deren Ausstattung stellt eine bedeutende gesellschaftliche Verantwortung dar. Für Museumsbauten gelten bislang sehr hohe Ansprüche an die Klimastabilität, die für historische Bauwerke meist nicht erfüllbar sind. In Anlehnung an die Klimaanforderungen für Museen soll hier ein Ansatz für den Bereich der Denkmalpflege vorgestellt werden, der aufzeigt, wie klimatische Risiken zu beurteilen sind und wie langfristig Ziele für einen schadensfreien Betrieb definiert werden können. Alle Maßnahmen, die auf eine Verbesserung der Umgebungsbedingungen von Kunstwerken, d.h. auch von Ausstattung in Baudenkmalen zielen, werden unter dem Begriff der präventiven Konservierung zusammengefasst.

Anforderungen an Temperatur und Feuchte

Starke Änderungen von Feuchte und Temperatur gehen mit Dimensionsänderungen von Werkstoffen einher, die im Materialverbund Spannungen verursachen, was wiederum zu Schäden führen kann. Die Konsequenz daraus ist, dass zur Schadensvermeidung kurzfristige Schwankungen von Feuchte und Temperatur im Stunden- und Tageszyklus minimiert werden müssen. Für die dauerhafte Erhaltung von historischem Kulturgut ist es also notwendig, das Klima über das Jahr hinweg möglichst konstant zu halten.

Lange Zeit galten in Museen die so genannten ICOM-Richtlinien [1], von denen als generell maßgebliche Werte für das Raumklima 50 % r.F. und 20 °C abgeleitet wurden. Zugelassen waren meist nur geringe Abweichungen, beispielsweise von ± 5 % r.F. und ± 4 K. Die Entwicklung geht heute in Richtung einer differenzierteren Betrachtung, bei der zum einen zwischen den Materialien unterschieden wird, und die zum anderen ein über das Jahr gleitendes Klima zulässt [1, 3, 5]. Eine Anpassung der Klimavorgaben über den Jahresverlauf zu akzeptieren erscheint sinnvoll, da die zum Erreichen von 50 oder 60 % r.F. bei einer Temperatur von 20 °C notwendige Befeuchtung vor allem im Winter zu erheblichen Feuchteproblemen und Schäden an his-

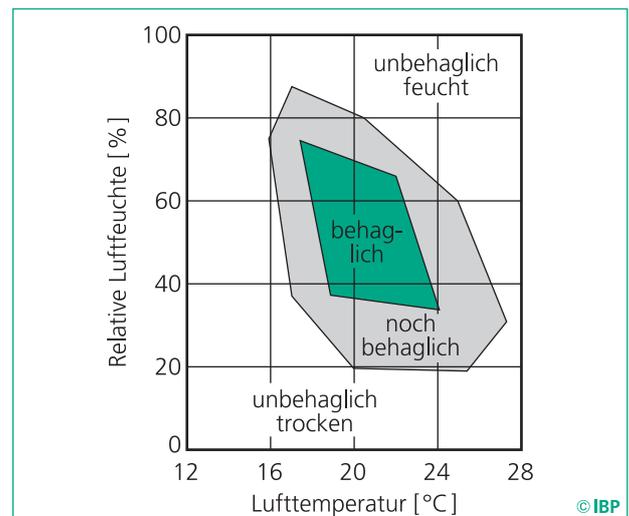


Bild 1: Komfortbereiche für den Menschen [6]

torischer Bausubstanz, z. B. durch Tauwasser- und Schimmelpilzbildung, führen kann. Zudem ist der Energieeinsatz für eine derartige Klimatisierung extrem hoch.

Analog zum Komfortbereich für den Menschen (Bild 1) ist es möglich, „Komfortbereiche“ für Kunstwerke (Bild 2) auszuweisen. Das sind die Bereiche innerhalb derer das Schadensrisiko durch Klimaeinwirkungen als gering anzusehen ist. Jedoch variieren Kunstwerke in ihren Materialien und ihrer Herstellungstechnik. Daher müssen sich Empfehlungen immer auf die jeweilige Materialkombination beziehen. Bild 2 zeigt exemplarisch die optimalen Bereiche für Holz und für Leinwandgemälde. Im Folgenden werden Risiken beschrieben, die für die meisten Materialien identisch sind.

Klimaanforderungen für Kunstwerke

Die geometrischen Dimensionsänderungen durch Temperaturschwankungen sind deutlich geringer als die durch Änderung der relativen Luftfeuchte induzierten. Daher werden Tempera-

turveränderungen als weniger kritisch angesehen als Änderungen der Feuchte. Die untere Temperatur-Grenze kann für eine Regelung – mit einem gewissen Sicherheitsabstand zum Gefrierpunkt – bei 4 °C festgesetzt werden. Als obere Grenze für die Gebäudeklimatisierung kann die Marke von 24 bzw. 27 °C aus dem Komfortdiagramm für Menschen übertragen werden.

Die maßgebliche Regelgröße in Museen und historischen Gebäuden muss jedoch die relative Luftfeuchte sein. Die obere Grenze wird durch die Gefährdung durch mikrobiologisches Wachstum vorgegeben. Die Risikoabschätzung in Hinsicht auf Mikroorganismen erfordert grundsätzlich die Betrachtung des Klimas in Oberflächennähe und die Berücksichtigung von Wärmebrücken als thermisch schwächste Punkte der Gebäudekonstruktion, da die relative Luftfeuchte an der Oberfläche von kalten Bauteilen erheblich höher ist als in der Raummitte. Im Altbaubereich sollten deshalb während der Heizperiode Raumluftfeuchten oberhalb 50 % r.F. nicht überschritten werden. Im Sommer sind dagegen Werte von ca. 60 bis 65 % r.F. unkritisch. Für eine genaue Beurteilung des Schimmelpilzrisikos steht das Isolethenmodell zur Verfügung [7]. Bei höherer relativer Luftfeuchte können sich zudem die chemischen und mechanischen Eigenschaften einiger Materialien nachteilig verändern (Bsp. Oxidation von Metallen, Glaskorrosion) [2]. Aber auch Trockenheit kann für Kunstwerke schädlich sein. Werte unterhalb 40 % r.F. müssen als kritisch bewertet werden, da dann u. a. bereits die mechanische Versprödung von Leim (Kreidegrund) und Malsschichten beginnt. Sind bauschädliche Salze vorhanden, muss die zulässige relative Luftfeuchte unter Berücksichtigung der Kristallisationsübergänge gesondert ermittelt werden.

Der Vergleich mit dem Komfortdiagramm für den Menschen (Bild 1) zeigt, dass hier insofern ein Unterschied be-

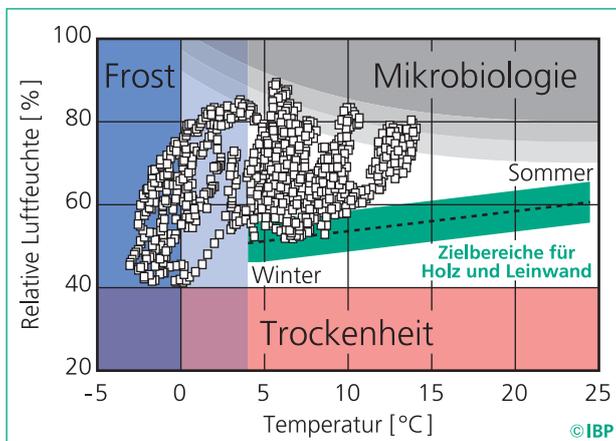


Bild 2: Bereiche zur Beurteilung der Risiken für Kunstwerke durch Mikrobiologie, Kälte und Trockenheit [4]. Am Beispiel der unbeheizten Renatuskapelle in Lustheim im Winter 2001/2002 wird für eine frei im Kirchenraum stehende Holzskulptur aufgezeigt, in welchen Bereichen Temperatur und Feuchte liegen (□). Der zentrale, weiße Bereich gibt das akzeptable Klima an. Er wird begrenzt durch Frostgefährdung, die unterhalb von 4 °C angenommen wird, durch Bereiche verschieden starker mikrobiologischer Aktivität [7] und unterhalb von 40 % r.F. durch Trockenheit [2]. Das grüne Feld in der Mitte gibt in Anlehnung an [1] die Zielbereiche für Holz (obere Hälfte) und Leinwand (untere Hälfte) an. Das geforderte, gleitende Klima wird hier durch die Unterscheidung in einen Sommer- und einen Winterfall gekennzeichnet.

steht, als für Kunstwerke der Feuchtebereich deutlich weiter eingeschränkt werden muss. Die optimalen Klimabedingungen liegen für die verschiedenen Materialien in unterschiedlichen Bereichen. Aus Erfahrung wird Metall (5-40 % r.F.) bei trockenerem Klima unbeschadet aufbewahrt. Für Papier (45-50 % r.F.), Holz (55-60 % r.F.) und Leinwand (50-55 % r.F.) liegt der optimale Bereich etwas höher [1]. Bei Kombination verschiedener Materialien läuft die Wahl eines Zielbereichs zwangsläufig auf einen Kompromiss hinaus. Eine Abhilfe kann eine Aufteilung einer Kunstsammlung in verschiedene Klimazonen darstellen oder die Schaffung gesonderter klimatisierter Bereiche in Vitrinen.

Klimastabilität

Insgesamt sind aber weniger die absoluten Werte von relativer Luftfeuchte und Temperatur für die Risikoeinschätzung ausschlaggebend als vielmehr die Häufigkeit, in der Schwankungen durchlaufen werden. Die Schwankungsbreite hängt zum einen von den äußeren Klimarandbedingungen und der Luftwechselrate, zum anderen von den Raummaterialien und deren Sorptionseigenschaften ab.

Zur Stabilisierung des Klimas stehen sowohl aktive Verfahren wie feuchtegesteuertes Heizen und geregeltes Lüften als auch passive Verfahren zur Verfügung. So kann z. B. der Einsatz feuchtepuffernder Materialien eine erhebliche Dämpfung des Klimas erwirken. Ressourcenschonenden Möglichkeiten und einfachen Lösungen wird im Denkmalschutz bei der Klimatisierung der Vorzug gegenüber Vollklimaanlagen gegeben, die für derartige Bauwerke aus denkmalpflegerischen und finanziellen Gründen meist nicht in Frage kommen. Nach erfolgter Sanierung der Renatuskapelle in Lustheim im Sinne der präventiven Konservierung lagen beispielsweise nahezu alle Werte der relativen Feuchte und Temperatur im unkritischen Bereich [4].

Literatur

- [1] Burmester, A.: Die Beteiligung des Nutzers bei Museumsneubau und -sanierung: Risiko oder Notwendigkeit oder Welche Klimawerte sind die richtigen? In: Raumklima in Museen und historischen Gebäuden. Bietigheim-Bissingen, 2000, S. 9–24.
- [2] Erhard, D. und Mecklenburg, M.: Relative Humidity Re-Examined. In: Roy, A. und Smith, P. (Hrsg.): Preventive Conservation Practice, Theory and Research. Preprints of the Contributions to the Ottawa Congress, 12–16 September 1994. London, 1994, S. 32–38.
- [3] Holmberg, J. G.: Relative Humidity, RH, in historic houses, museums and museum storage rooms, a literature study. In EURO-CARE Eureka Project EU 140, EU 1378 PREVENT, Preventive Conservation, Report No.1 from Swedish Partners. Stockholm, 1995.
- [4] Kilian, R.: Die Wandtemperierung in der Renatuskapelle in Lustheim: Auswirkungen auf das Raumklima, München, 2004.
- [5] Kotterer, M.: Standardklimawerte für Museen? Restauro – Zeitschrift für Kunsttechniken, Restaurierung und Museumsfragen, 110 (2004), H. 2, S. 106-116.
- [6] Leusden, F. P. und Freymark, H.: Darstellung der Raumbehaglichkeit für den einfachen praktischen Gebrauch. GI 72, (1951), H. 16, S. 271-273.
- [7] Sedlbauer, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation Universität Stuttgart, 2001.



Fraunhofer
Institut
Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/970-00
83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/643-0
34127 Kassel, Gottschalkstr. 28a, Tel. 05 61/804-18 70

Herstellung und Druck: IRB Mediendiensteleistungen des Fraunhofer-Informationszentrums Raum und Bau IRB, Stuttgart
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik