

Inhalt

Einleitung

1. Flexibilität und Kosteneinsparungen
2. Lüftung
3. Luftbefeuchtung, Luftfilterung
4. Gebäudehülle
5. Klimarichtwerte
6. Licht als Klimafaktor

Schlussbetrachtungen

Bibliografie

Abbildungsnachweis

Die Temperierung

Einleitung

Mit dem Neubau des Stadtarchivs Köln wurde 1972 eine Trendwende im modernen Archivbau der deutschsprachigen Länder eingeleitet, indem gezeigt wurde, dass auch ohne Klimaanlage ein ausgeglichenes, mit den Jahreszeiten gleitendes Klima erreicht werden kann. Dies betraf allerdings nur oberirdische Geschosse. Das sogenannte Kölner Modell wurde seither oft kopiert, in modifizierter Form für Archivneubauten eingesetzt und im Laufe der Jahre stetig weiterentwickelt. Das hier vorgestellte System der Temperierung¹ ist eine einfachere, direkter wirksame und kostensparende Lösung, die sich sowohl für unterirdische als auch oberirdische (Depot-)Räume eignet. Es wurde 1978 für den Wohnungsbau entwickelt. Seit 1982 wird es von der amtlichen Bayerischen Museumsberatung (Landesstelle für die nicht staatlichen Museen in Bayern) in den Museen eingesetzt, um auf eine Klimatisierung durch Raumlufttechnik verzichten zu können, trotzdem aber ein konservatorisch einwandfreies Klima zu erhalten. In den Jahren 1994/95 wurde im Rahmen der EUREKA-Initiative EUROCARE das Projekt EUROCARE EU-1383 PREVENT (Preventive Conservation) durchgeführt. Innerhalb eines fünfjährigen Forschungszeitraumes wurden von Partnern aus Deutschland, Schweden, Slowenien und Österreich 18 Einzelberichte zum Thema der Klimastabilisierung durch Temperierung und natürliche Lüftung vorgelegt. Die Zusammenarbeit auf europäischer Ebene bestätigte die Ende der 1980er Jahre von Henning Grosse Schmidt (Landesstelle) erarbeitete, hier vorgestellte Vereinfachung des Systems (nur wenige Heizrohre in Wandkontakt), die damals noch umstritten war.

2 | 3

1. Flexibilität und Kosteneinsparungen

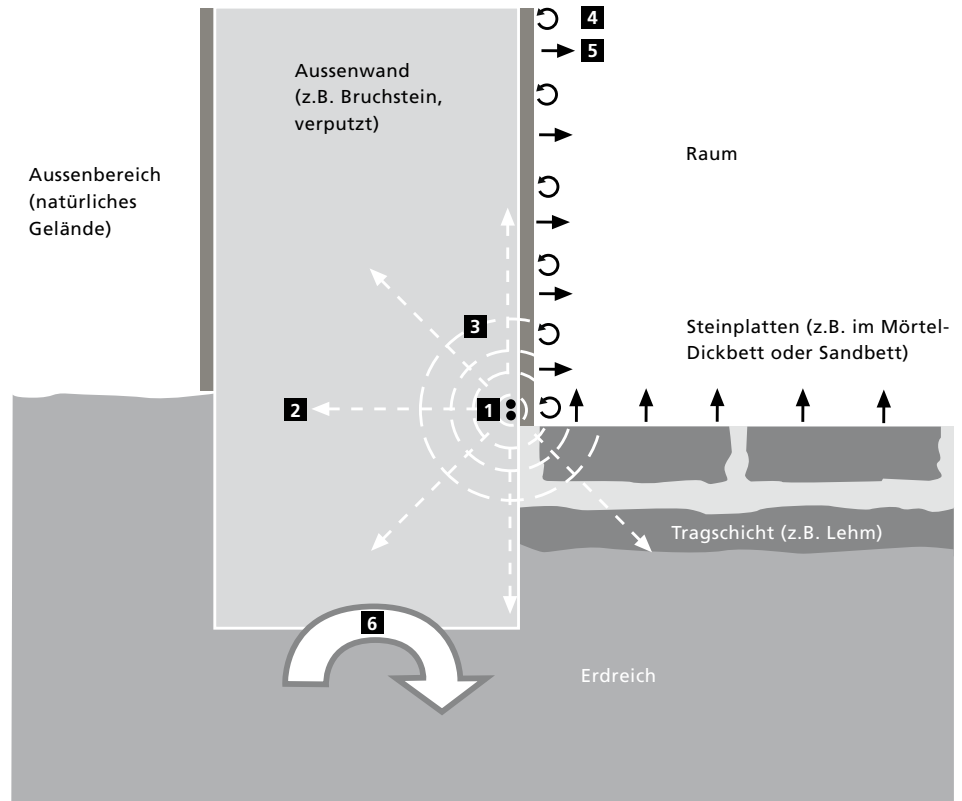
Die Temperierung ist ein Heizsystem, das seine Wirkungen durch direkten Ausgleich der Wärmeverluste der Gebäudehülle erreicht. Am Sockel der Aussenwände aller Räume werden in der Regel zwei Warmwasser-Heizrohre angebracht, entweder knapp unter Putz (mit 5–15 mm Putzüberdeckung) oder angestrichen auf Putz in Wandkontakt, im erdberührten Geschoss auch entlang der Trennwandsockel. Die Rohre (Durchmesser: 12–18 mm, in Grossräumen 22 mm) werden in Untergeschossen ganzjährig, in den übrigen Räumen während der Heizperiode mit einer saisonal zwischen 30 und 60 °C gleitenden Wassertemperatur beheizt. Sie geben durch Wärmeleitung und Warmluftauftrieb Wärme an die Oberflächen der Aussenwände ab, trocknen diese dabei und verbessern ihre Wärmedämmfähigkeit. Die Wände wiederum geben ganzflächig Strahlungswärme auf niedrigem Niveau ab.

Die Temperierung eignet sich somit für die Sanierung von Altbauten und historischen Gebäuden, Baudenkmälern, Kirchen etc., da durch die Erhöhung der Wandoberflächentemperatur die Ursachen für Feuchte- und Schadsalzschäden sowie für Schimmelbildung ausgeschaltet sind und die Wirkung der Luftentfeuchtung eintritt. Ebenso sinnvoll ist der Einsatz bei Neu- und Umbauten von Archiven, Bibliotheken, Museen, Privathäusern und Wohnblöcken (konservatorisch und physiologisch sinnvolle Raumwärme bei reduzierter Lufttemperatur und verbesserter Lufthygiene ohne Umwälzung der Raumluft und des Bodestaubes).

¹ Die Temperierung (als Synonym wird auch der Begriff Bauteilheizung verwendet) wird mittlerweile in hunderten von Gebäuden vor allem in Österreich, Deutschland und Italien eingesetzt. Beispiele: Würzburger Kulturspeicher (49.000 m³, ca. 18 kWh pro m³ und Jahr bei min. 20 °C; Depot im Kellergeschoss, das auf 120 m Länge weder Feuchtesperren, noch Wärmedämmung an den Wänden und Böden hat), Alf Lechner Museum Ingolstadt (zweigeschossiges Industriegebäude, ca. 17 kWh/m³a bei min. 18 °C, Depot im Keller o. Feuchtesperre und Wärmedämmung), Archiv für Alte Dokumente der Technischen Universität München, (5 Hüllflächen erdberührt), Staatsarchiv Landshut, Staatsarchiv Bamberg, Stadtarchiv Weilheim, Archiv für Beethovennoten im Musikvereinsaal Wien, Kunsthalle Bremen, Städelmuseum Frankfurt (Altbau), Goethemuseum Frankfurt, Völkerkundemuseum München (Depots in den Kellern, Foyer), Bayerisches Nationalmuseum München (Depots und Krippensammlung in den Kellern, Saal 5/6) Völkerkundemuseum Wien, Depots im KG und Schauräume in den OG's; Schloss Schönbrunn, Wien; Lederermuseum in Purgstall, Gemälde- und Bücher-Depot für das Museum der Stadt Wien, Tapissereien- und Monturendepot als Neubau-Leichtbauhalle für das Kunsthistorische Museum Wien, Salzburger Collegium Augustinum, Museum in der Neuen Residenz Salzburg, Diözesanmuseum Salzburg, Schlossmuseum Linz, Schlossmuseum Trautenfels, Schlossmuseum Stainz, Kupferstichkabinett, Akademie Wien, Schloss Grosskmehlen, Brandenburg, Museo Civico Bozen, Kunst und Wunderkammer Schloss Ambras, Innsbruck u.a.

Abbildung 1: Die Temperierung. Wirkungsmechanismus in »historischer« Situation
Bauteile ohne Wärmedämmung und Feuchtesperre, durch kontinuierliches Wärmean-
gebot trocken gehalten.

- 1** Schwarze Punkte:
Heizrohrschleife (Vor- und Rücklauf, CU
blank, 15 mm) im Innenputz bei max.
15 mm Überdeckung Bei erdberührten
Böden: 1. Leitung (Vorlauf) knapp über
dem Fertigfußboden
- 2** Lange Pfeile:
Wärmeverteilung durch Wärme
Leitung: radial im Material der Wand-
bodenecke
- 3** Konzentrische Kreise:
Wärmestau mit zylindrischen Iso-
thermen (Hochtemperatur nur im
Rohrnahbereich, s. Abb. 2)
- 4** Rundpfeile:
Wärmeverteilung durch Konvektion:
Warmluftauftrieb, an der Wandober-
fläche anliegend (Coanda-Effekt)
- 5** Kleine Pfeile:
Wärmeabstrahlung der Bauteilober-
fläche (Hochtemperatur nur im Rohr-
nahbereich, s. Abb. 2)
- 6** Dicker Pfeil:
Bodenfeuchte. Thermische Horizont-
talsperre durch die radiale Wärme-
ausbreitung

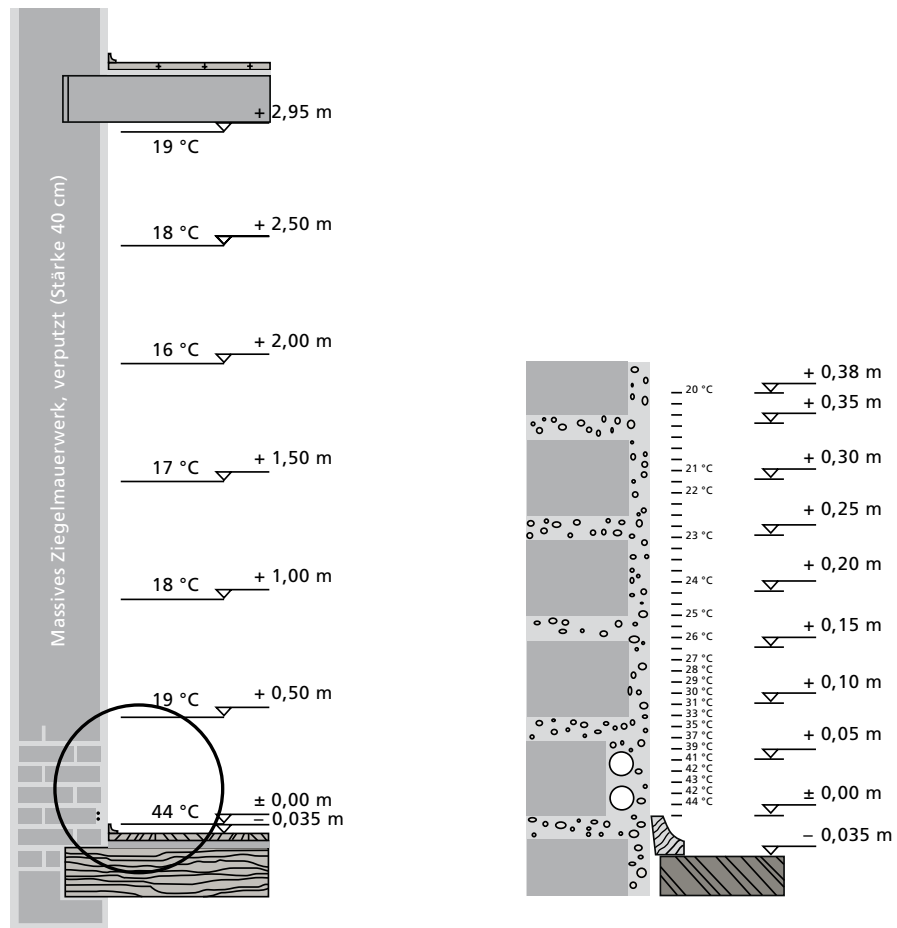


Basierend auf einer Grafik von Miha Praznik, ZRMK, Ljubljana

Bei Umbauten ist die zentrale Frage, wie man den Feuchteschutz und die energetische Sanierung der Gebäudehülle ohne gestaltverändernde Wärmedämmung und ohne Dampfsperren erreichen und die Kosten für diese Massnahmen senken kann, bei Neubauten, wie man die oft nur zur Kompensation von Mängeln der Gebäudehülle eingesetzte Klimatechnik und Dämmung umgehen kann. Bei der Temperierung werden die Ziele nicht wie sonst üblich mit Klimageräten, raumluftechnischen Anlagen, speziellen Baumaterialien oder Konservierungsstoffen verfolgt, sondern durch Temperierung der Wandoberflächen der Aussenwände (Innenflächen) in Verbindung mit einfachsten Massnahmen zur Luftwechselkontrolle und Beschattungsmassnahmen (in der Praxis sind bis 20% Energieeinsparungen bei kleineren Umbaukosten und geringeren baulichen Eingriffen belegt). Die Temperierung ist eine alternative Methode der Wärme-Verteilung, mit der die Räume nicht durch Konvektionswärme, das heisst strömende warme Luft (Klimaanlage, Radiatoren, usw.), sondern durch Strahlungswärme geheizt werden. Strahlungswärme oder Infrarotstrahlung folgt anderen Gesetzen als die Konvektionswärme. Sie erwärmt feste Körper, nicht aber die Raumluft. Im Umfeld der Rohre entsteht ein Wärmestau im Wandsockel, der eine streifenförmige Zone von max. 10 cm Höhe mit einer höheren Oberflächentemperatur erzeugt. Von dieser Zone ausgehend erfolgt eine Wärmestrahlung in den Raum und gleichzeitig ein stetiger minimaler Warmluftauftrieb entlang den Wandflächen (Abb. 1), wie dies bei einer sonnenbeschienenen Wand geschieht, der sich von ca. 40 °C im Sockelbereich auf seinem Weg zur Decke auf etwas unter 20 °C abkühlt (Abb. 2). Die Aussenwände von unterirdischen Geschossen, ebenso wie die Trennwände und die gesamte Möbliierung der Depoträume können im Winter nicht abkühlen, weil sie sich im stetigen Strahlungsaustausch mit den neu erwärmten Innenflächen der Aus-

Abbildung 2: Temperaturen an der Innenoberfläche einer Außenwand bei der Temperierung

- Messanalyse mittels Infrarot-Thermometer
- Aussentemperatur -10 °C (Baum in 1,8 m Höhe), Raumtemperatur 20,5 °C (Tischplatte in Raummitte), Massivmauerwerk (~ 1800 kg/m³, 40 cm Stärke), Rohre unter Putz von ~ 20 mm Stärke, mittlere Heizwasser-Temperatur 60 °C (am Stockwerksverteiler 63/57 °C)
- Die Oberflächentemperaturen über der Sockelzone (linke Zeichnung) sind Ergebnis des kontinuierlichen Warmluftauftriebes, dessen Stärke von der Temperatur der Rohrabdeckung abhängt.
 - Die Oberflächentemperatur des Putzstreifen vor den Rohren (rechte Zeichnung) ist auf Grund der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Materials (typisch für trockene mineralische Stoffe!) bei nur 2 cm Stärke trotz Dauerbetrieb bereits ~ 20 K geringer als die mittlere Wassertemperatur. Daher: »Putzstärke max. 15 mm!«
 - Thermografien der Außenseite von Wänden mit Heizrohren auf der Raumseite zeigen trotz hoher Heizwasser-Temperatur nicht den Rohrverlauf. Sie bestätigen die hohe Wärmedämmfähigkeit von trockenem mineralischen Material.



Zeichnung Rudolf Werner, Landesstelle für die nichtstaatlichen Museen in Bayern, München

senwände befinden. In historischen Gebäuden mit dicken Wänden ohne Dämmung und Windschutzfolien ist dieser Effekt der Wärmeabstrahlung, hervorgerufen durch die Speicherung der Sonnenenergie im Verlaufe des Sommers, der Grund weshalb die Räume in solchen Häusern bis weit in den Herbst hinein warm bleiben. Für die Raumtemperatur ist der vom Sockelbereich ausgehende Warmluftauftrieb wichtiger als die von ihm direkt ausgehende Wärmestrahlung, weil nur dieser den Wärmebedarf der restlichen Wandflächen decken kann, auch hinter dem Mobiliar, wenn dieses einen Abstand von 15–20 mm zur Wand einhält. Der Auftrieb ist zwar gegenüber einem Heizkörper viel geringer; er genügt jedoch, weil er nicht die Raumluftmasse, sondern die Wandoberfläche erwärmt, welche ihre Wärme wiederum durch Wärmestrahlung abgibt.

In oberirdischen Geschossen mit Fenstern (Wärmeverlustflächen ohne Speichermasse) sollten die Fensterbänke mit dem Rücklauf unterfahren werden. Zusätzlich können die Leibungen mit je einer Rücklaufschleife oder die Brüstungsflächen mit zusätzlichen Rohrregistern des Rücklaufes versehen werden (3 bzw. 5 Rücklaufumwege, Abb. 3). In Untergeschossen, deren Wände Feuchtigkeit enthalten oder im Laufe der Zeit Feuchtigkeit bilden könnten, ist auch im Sommer ein minimaler Heizbetrieb erforderlich (Leistungen zwischen 5 und 30 W pro m Wandsackel). Dadurch wird das Temperaturgefälle zwischen warmer (und feuchter) Luft und der kalten Wand beseitigt und die Kondensation verhindert.

Abbildung 3

Im Sockelbereich und unter dem Fensterbrett verlegte Kupferrohre (Vor- und Rücklauf).
Foto Dr. Jochen Käferhaus,
A-Langenzerdorf



Damit die Funktion der Temperierung auch gegen die Erdfeuchte gewährleistet ist, ohne die Aussenseite der erdberührten Bauteile zu behandeln, muss an der Innenseite eine Schicht vorliegen, in der es nur noch Kapillaren als Hohlräume gibt. Hier kann sich die Feuchtigkeit nur noch als Wasserdampf bewegen. Durch Temperierung der Wandoberfläche entsteht aber ein Wärmegefälle in das Bauteil hinein, gegen das kein Wasserdampf mehr in den Raum verdunsten kann. Dazu müssen sämtliche groben Poren und offenen Fugen mindestens 2 cm tief verfüllt und geschlossen werden, weil an diesen Stellen von aussen flüssiges Wasser eindringen könnte. Sichtbeton muss nicht weiter bearbeitet werden, weil er bereits Kapillaren im Nanometerbereich aufweist. Demzufolge sind hygroskopische Putze² (Lehm, Kalksand u.a.), wie sie bei Luftheiztechniken (Radiatoren, Klimaanlage usw.) notwendig sind, nicht erforderlich, wodurch wiederum Kosten eingespart werden können. Die Nutzung von Räumen, deren Wände mit Feuchte und Schadsalzen belastet sind, ist möglich, sobald die Oberflächen der Raumbüllflächen trocken sind. Dazu muss die Vorlauftemperatur in den Rohren einige Monate lang über 40 °C liegen, je höher (z.B. 60 °C), umso schneller tritt die Oberflächentrocknung und damit auch die Normalisierung der rel. Luftfeuchte (Senkung unter 65%) ein. Dann kann die Leistung auf ein Niveau abgesenkt werden, bei dem deutlich weniger Energie gebraucht wird als bei konventioneller Beheizung. Bei Neubauten aus Beton, der zumindest ab dem 2. UG aus statischen Gründen unvermeidlich ist, kann die Temperatur von 60 °C zur Bauaustrocknung bereits nach etwa 4–8 Wochen auf 30 °C reduziert werden. In den unterirdischen Geschossen wird diese Rohrtemperatur das ganze Jahr über aufrechterhalten, während die Temperierung in den oberirdischen Räumen nur während der Heizperiode in Betrieb ist. Das durch Temperierung und Luftwechselkontrolle erzeugte Raumklima zeichnet sich durch homogene, mit den Jahreszeiten schwankende Temperatur und rel. Luftfeuchte ohne Kurzzeitschwankungen aus. Dazu ist keine Bewegung und Behandlung der Raumluft erforderlich.

Die Temperierung erwärmt im Gegensatz zur Konvektionsheizung die Raumluft wenig, wodurch es zu keinem Wärmestau an den Decken oder einem Entweichen ins Treppenhaus kommt. Strahlungswärme entsteht auch beim Betrieb von Kachelöfen oder

² Humidity buffering by absorbent materials in walls www.padfield.org/tim/cfys (20.1.2007).

stark strahlenden Wandteilflächen, wobei die abgegebene Wärme aber nicht gleichmässig wenig verteilt wird, was die Möblierung stark einschränkt. Die Sockelleistenheizung, ein Kleinkonvektor, hat, sofern er an der ganzen Wandlänge montiert wird, eine ähnliche Wirkung auf die Wandfläche wie die Temperierung, allerdings mit kürzeren Latenzzeiten und einer höheren Energiedifferenz, führt aber bei Betriebstemperaturen über 40 °C zur Verstaubung der Sockelbereiche. Eine andere Methode der Wanderwärmung ist die Betonkernaktivierung mit im Beton eingelegten Rohren, durch die warmes Wasser zirkuliert. Aus Kostengründen und wegen des Regelungsaufwandes ist diese Methode jedoch kaum eine Alternative zur Temperierung.

Bei der Temperierung können die Rollregale in geringem Abstand zu den Aussenwänden laufen (2–5 cm, so dass die Warmluft an den Wänden aufsteigen kann). Gegenüber dem sonst von konservatorischer Seite geforderten Minimum von 50 cm ist dies ein erheblicher Gewinn an Stellfläche.

Mit der Temperierung ist es möglich, ein mit den jahres- und tageszeitlichen Mittelwerten der Aussenluft gleitendes Raumklima zu erreichen. Der Vorteil aus konservatorischer Sicht liegt darin, dass im Winter und in erdberührten Räumen auch im Hochsommer sowohl Temperatur als auch Dampfdruckgefälle zwischen Raum und Aussenbereich geringer sind als im Fall eines konventionellen Klimakonzeptes. Dies hat einen entscheidenden Einfluss auf fast alle Materialien, deren Poren- bzw. Faserfeuchte (die sog. Gleichgewichtsfeuchte) von der relativen Luftfeuchte abhängt und sich mit dieser stetig ändert. Bei der Temperierung können sich die Materialien diesem unvermeidlichen Vorgang langsam anpassen, so dass keine Materialspannungen entstehen. Beim konventionellen Klimakonzept hingegen werden durch kurzfristiges Ein- und Ausschalten, aber auch durch Pannen der Klimaaggregate immer wieder Spannungen hervorgerufen, sodass langfristig irreversible Materialdeformationen resultieren. Aus diesen Gründen erübrigt sich bei der Temperierung über weite Strecken des Jahres eine Luftbefeuchtung und die Luftentfeuchtung ergibt sich direkt aus der Temperierung der Wandflächen, was die Investitions- aber auch die Energiekosten drastisch zu senken vermag. Auch das Risiko von Regelfehlern und Kondensation an der Innenseite der Aussenwände kann mit der Temperierung eliminiert werden. Für die wenigen Monate, in denen eine Luftbefeuchtung nötig sein kann, genügen mobile Geräte.

2. Lüftung

Für die Lüftung der Depoträume bei einem Strahlungsklima, wie es bei der Temperierung vorliegt (ohne Publikumsverkehr und feste Arbeitsplätze), genügt eine Luftwechselrate zwischen 0,1 und 0,2 Raumvolumen pro Stunde bei Anwesenheit von Personen. Dies bedeutet in einem Depotraum mit den Massen 15x33x2,2 m (495 m², 1'089 m³) ein zu förderndes Luftvolumen von 110 bis 220 m³, das als Umluft gefahren werden kann. Der Frischluftanteil kann auf 1 m³ pro Person und Stunde beschränkt werden, nicht wie meist vorgegeben, auf 20 m³/h. Bei dieser geringen Menge Frischluft kommt es selbst bei extremem Aussenklima zu keinen kurzfristigen Klimaschwankungen. Wird die Möglichkeit einer Luftwechselrate von bis max. 1 Raumvolumen pro Stunde in der Lüftung vorgesehen, zeigt die Erfahrung, dass die Lüftung im Sommer zur Kühlung während der Nachtstunden eingesetzt werden kann, ohne dass Kurzzeitschwankungen auftreten. Im Hochsommer bei hoher absoluter Luftfeuchte der Aussenluft ist eine Beschränkung der Lüftung auf die Nachtstunden, wenn die absolute Feuchte der Aussenluft tiefer ist als diejenige in den Magazinen, eine weitere Möglichkeit, um Klimaschwankungen zu reduzieren. Wenn keine Schad- oder Geruchsstoffe aus dem Lagergut austreten, kann der Betrieb der Lüftung auf die Zeiten beschränkt werden, wenn sich Personen im Depot aufhalten. Dank der Trägheit des Systems »Schwere Gebäudehülle mit abgedichteten Öffnungen und Wandtemperierung.« ist es möglich, die Lüftung bei extremem Aussenklima auch über mehrere Wochen abzustellen, ohne dass es zu kritischen Schwankungen der Raumluftwerte kommt. Lufteintritt und Luftaustritt sollten im Raum gegenüberliegend installiert sein, so dass der gesamte Raum vom Luftwechsel profitiert.

Will man den technischen Aufwand der Lüftung weiter verringern, kann die Frischluft vor dem Einblasen in das Depot zuerst in einen sog. Luftbrunnen (Erdkanäle mit ge-

geschützter Lufteintrittsöffnung) geführt werden, der im Winter eine natürliche Erwärmung und leichte Befeuchtung der Aussenluft und im Sommer eine Kühlung und Entfeuchtung bewirkt (Käferhaus, 2004). Diese Methode ist aus Museumsbauten des 19. Jh. bekannt.

3. Luftbefeuchtung, Luftfilterung

Mobile Luftbefeuchter sollten nach dem Verdunstungsprinzip arbeiten, weil im Gegensatz zu anderen Verfahren bei Ausfall der Regelung kein massives Überschreiten der Feuchteobergrenze droht, bei anderen Verfahren unerwünschte Wasseraerosole entstehen und die Kosten im Gegensatz zu in Klimaanlage integrierten Geräten niedrig sind. Luftbefeuchter, die nach dem Verdunstungsprinzip arbeiten, können im Falle einer Betriebsstörung eine relative Luftfeuchte von 75% nicht überschreiten. Auf Filteranlagen zur Frischluftbehandlung kann bei so niedrigen Luftwechselraten verzichtet werden, dies ist erst ab 2 V/h, bei grosser Besucherzahl notwendig. Will man nicht auf Luftfilteranlagen verzichten, genügen F6-Filter.

4. Gebäudehülle

Damit eine sinnvolle Klimatechnik mit volkswirtschaftlich vertretbaren Investitions- sowie Energie- und Wartungskosten konzipiert werden kann, müssen zunächst die Änderungen von Aussenklima und Energiefluss der Solarstrahlung gedämpft werden. Eine »fugendichte« Gebäudehülle mit schwererer Aussenwandkonstruktion in Verbindung mit kontrolliertem Luftwechsel hat dies immer schon geleistet. Um eine optimale thermische Trägheit zu erreichen, braucht es bei allen oberirdischen Geschossen stärkere, massive Aussenwände (keine Isolation, keine Dampfsperre erforderlich) kombiniert mit möglichst wenigen, kleinen Fensterflächen (Meier, Claus, 2006). Dass dies funktioniert, ist seit Jahrhunderten bekannt, wurde aber erst seit dem Neubau des Stadtarchivs Köln wieder vermehrt ins Bewusstsein gerückt. Eine thermisch träge Gebäudehülle minimiert auch die durch Lüftung verursachten Energieverluste, weil nicht die gespeicherte Energie der Wände, sondern der geringe Energieinhalt der Luft verloren geht. Bei der Temperierung kann auf Dämmung und Dampfsperre an den Aussenmauern verzichtet werden. Die Dämmung des erdberührten Bodens entfällt. Bei unterirdischen Depoträumen ist sie an der obersten Decke sinnvoll, wenn die Erdüberdeckung geringer als 80 cm ist. Der Verzicht auf Wärmedämm-Massnahmen wird von Architekten und Ingenieuren oft angezweifelt, weil sie den durch Trocknung verbesserten U-Wert und den selbst im Winter wesentlichen und durch Trocknung verbesserten solaren Energieeintrag in der Aussenwand nicht berücksichtigen. Die Notwendigkeit der Dämmung der Wände sollte auch durch eine dynamische Simulation nur unter Berücksichtigung der effektiven U-Werte von temperierten Massivwänden abgeklärt werden. Bei oberirdischen Bauten ist der Einsatz von Vollbacksteinen von etwa einem halben Meter Stärke eine Voraussetzung, dass die notwendige thermische Trägheit der Gebäudehülle erreicht werden kann, um ein stabiles Raumklima ohne konventionelle Klimatisierung aufrechterhalten zu können. Der Einsatz von hygroskopischen Materialien ist dank der ganzheitlichen Wirkung der Temperierung bei guter Luftwechselkontrolle nur noch von geringer Bedeutung. Wird bei oberirdischem Sichtbetonmauerwerk die Temperierung verwendet, sind Wände von 30 bis 36 cm Stärke ohne Wärmedämmung empfehlenswert, da der Verbesserungseffekt durch Temperierung bei einer hygroskopischen Feuchte untemperierter Betonwände von 5–15% erheblich ist.

5. Klimarichtwerte

Aus der Erkenntnis, dass historische Bauten mit abgedichteten Fenstern ohne Klimatechnik meist über ein konservatorisch gutes Klima verfügen, stammt die Einsicht, dass trotz mit den Jahreszeiten schwankender Klimawerte Schriftgut und Bücher in hervorragendem Zustand sein können. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Handschriften in der Handschriftenkammer der Stiftsbibliothek St. Gallen (Februar 10 °C, August bis 27 °C). Hier wie in anderen historischen Bauten hat sich gezeigt, dass die Raumtemperatur durchaus saisonale Unterschiede von mehr als 15 °C aufweisen darf, sofern die Schwankungen gleitend erfolgen. Ein historisches Gebäude mit wohlproportionierten Fenstern, dicken Mauern und den »geschützten« Ausstellungsräumen bietet gute Voraussetzungen für ein gutes schadenpräventives Mikroklima mit wenig Tech-

nik. Weichen in solchen Gebäuden die Werte von den konservatorischen Vorgaben zu stark ab, kann mit Temperierung und Luftwechselkontrolle ein stabiles Raumklima erzielt werden. Die Regelgrösse für ein stabiles, sich nur langsam änderndes Klima ist die relative Luftfeuchte und weniger die Raumtemperatur. Die wichtigste konservatorische Forderung ist demzufolge die Kurzzeit-Stabilität der relativen Luftfeuchte, da sich die Materialfeuchte der relativen Luftfeuchte ständig anpasst.

Nach neueren Untersuchungen zu Malschichten an Leinwandbildern und Schäden an Wandmalereien (Zellulose und Einbandmaterialien unterliegen denselben physikalischen Gesetzen) usw. zählen die ständig geringen Schwankungen des Raumklimas in Depot- und Ausstellungsräumen von Archiven, Bibliotheken und Museen (auch in klimatisierten Räumen) zu den Hauptursachen von Schäden an historischem Material. Die Schadensfaktoren sind die durch die kurzfristigen Schwankungen (bei Klimaanlage die vielen Reglungsintervalle und Störungen) hervorgerufenen zyklischen Mechanismen wie Sorptionszyklen an porösen Oberflächen (Papier und Einbandmaterialien), Kondensationszyklen an nicht hygroskopischen Materialien wie Glas und Metall (Rollregale, mit Farbe bestrichene Sichtbetonwände), Dampfdruckschwankungen in feinsten Hohlräumen von Oberflächen, Diffusionsströme in wechselnder Richtung an Aussenwänden und Kristallisationszyklen an Wänden, die Salz enthalten. Diese Ursachen führen durch ständige Materialbelastung zu Langzeitschäden, deren Entstehung im Alltag meist nicht erkannt wird. Mit der Temperierung und kontrolliertem Luftwechsel können diese Schwankungen verhindert werden, so dass ein gleitendes Raumklima entsteht. Unter diesen Umständen können aus konservatorischer Sicht die saisonale Bandbreite der Klimawerte und die Grösse der Schwankung wie folgt festgelegt werden: Saisonales Gleiten zwischen 40–60% rF und 15–26 °C, Schwankungen pro Std. max 0,5 °C und 2% rF. Die bis heute von Restauratoren geforderten 18 °C und 50+/-5% rF (sog. ICOM-Richtlinien) können demgegenüber nur mit Klimaanlage über das ganze Jahr aufrecht erhalten werden. Klimaanlage sind also weder ökonomisch noch konservatorisch sinnvolle Anschaffungen. Allein schon wegen des grossen Wartungsaufwandes, der beschränkten Energieressourcen und der tendenziell steigenden Preise für Energie sollten Archive, Bibliotheken und Museen nicht mehr klimatisiert werden!

6. Licht als Klimafaktor

Ein wichtiger Faktor in natürlich belüfteten Depoträumen ist die Heizwirkung des Kunstlichtes. Zur Reduktion oder Verzögerung dieses Faktors auf die Temperatur trägt die Auswahl der Beleuchtungskörper³ und ihre Montageart bei. Das Vermeiden einer festen Verbindung der Beleuchtungskörper mit den Bauteilen verhindert das Aufheizen der inneren Speichermasse (Decken). In hohen Räumen sollten die Leuchten abgehängt werden, weil sonst höhere Anschlussleistungen erforderlich sind, um den Raum auszuleuchten, was wiederum mehr Wärme erzeugt.

Schlussbetrachtungen

Bei der Temperierung handelt es sich um eine Technik, die sich bereits in Hunderten von öffentlichen und privaten Bauten bewährt hat. Die Tatsache, dass diese Technik erst in wenigen Archiven eingesetzt wurde, spricht nicht gegen ihre Verwendung, sondern liegt darin begründet, dass diese Technik zuerst für historische Bauten (Baudenkmäler, Museen) entwickelt wurde und sich im Archivwesen erst später die Erkenntnis durchsetzte, dass sie genauso gut für Neu- und Altbauten von Archiven und Bibliotheken anwendbar ist. Für Depoträume in Archiven und Bibliotheken liegen gegenüber Museen mit starkem Besucheraufkommen oft sogar wesentlich günstigere Verhältnisse vor.

In der Schweiz wurde die Temperierung bis jetzt nur im Musikmuseum in Basel⁴ eingebaut. Musikinstrumente reagieren wesentlich sensibler auf ein unregelmässiges

³ Bei der Planung der vier unterirdischen Magazine der Mediathek in Sion wurden UV-arme FL-Röhren, die auf die Decke montiert werden (Raumhöhe 2,5 m, Rollregale 2,2 m) mit einer max. Belastung von 10–11 W/m² vorgesehen. Weil neben dem Licht im mittleren Flur das Licht in den Rollregalen nur sekundär benutzt wird, ist der Wärmeeintrag pro m² in der Praxis noch deutlich tiefer.

⁴ Hochbauamt der Stadt Basel, Herr Zürcher.

Klima als Schriftgut. Dass die Basler Musikinstrumentensammlung wie auch eine Vielzahl anderer in den letzten 20 Jahren realisierter Museums- und Archivbauten in Europa die Klimaprobleme mit der Temperierung gelöst haben, spricht für diese Technik.

Bibliografie

Grosseschmidt Henning, Das temperierte Haus: Sanierte Architektur – behagliche Räume – Grossvitrine (Langfassung auf der dem Buch beiliegenden CD) in: Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung/Climate in Museums and Historical Buildings: Tempering, Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn Bd. 9, Wien 2004.

Käferhaus Jochen, Kontrollierte natürliche Belüftung und Bauteilheizung als probate Mittel der Schadensprävention am Beispiel von Schloss Schönbrunn, in: Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung, Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, Band 9, 2004.

Käferhaus Jochen: Museen und Haustechnik Quo vadis felix Austria?, in: Museum Aktuell, März 2005, Nr. 113, S. 62–66.

Meier Claus: Richtig bauen Bauphysik im Widerstreit – Probleme und Lösungen, 4., völl. neu bearb. u. erw. Aufl. 2006, ca. 300 S. (K&S, 645).

Müller-Straten Christian: Museen und Haustechnik Geisterstunde? Oder was hinter dem Richtwert 55% rF steckt, Juli/August 2005, S. 8–9.

Abbildungsnachweis

Abb. 1 aus: Henning Grosseschmidt, Das temperierte Haus: Sanierte Architektur – behagliche Räume – Grossvitrine, in (siehe unter Bibliographie Grosseschmidt), Abb. 1 S. 326.

Abb. 2 aus: Henning Grosseschmidt, The Tempered Building: Renovated Architecture – Comfortable Rooms – A »Giant Display Case«, in (1), (siehe unter Bibliographie Grosseschmidt) Abb. 9, S. 339.

Abb 3 Fotografie von Dr. Jochen Käferhaus, A-Langenzerdorf