

Unter welchen Voraussetzungen ist die Beheizung von Kirchen zu bejahen – und wie soll sie durchgeführt werden?

Üblich ist es, das Für und Wider einer Kirchenheizung anhand der haustechnischen Möglichkeiten, also der Heizsysteme zu diskutieren, oder aber durch Prognosen über Schäden infolge Herabsetzung der Raumluftfeuchte die Entscheidung vorwegzunehmen; es ist schon ein Glücksfall, wenn dieses Starren auf die sinkende Luftfeuchte auch noch durch allgemeine bauphysikalische Kenntnisse erweitert wird.

Tatsächlich muss aber die Beurteilung der Beheizung bisher unbeheizter großer Räume alter Bauart daran gemessen werden, in welchem Zustand sich Konstruktion, Raumschale und Ausstattung zum Zeitpunkt dieser Heizungsdiskussion befinden. Wird schon geheizt und es zeigen sich Schäden, dann ist zum einen deren Genesis vor, während und nach dem Heizungseinbau zu ermitteln und vor allem auch die Heizweise zu überprüfen, wobei es erfahrungsgemäß nicht genügt, den Betreiber zu befragen, ob er auch tatsächlich die vorgegebenen Regelungsdaten eingehalten habe.

Es ist – wenn auch ungeliebt und viel zu oft verdrängt – eine Tatsache, dass unbeheizte Räume dieser Art oft genug Schäden aufweisen, die durch eine angemessene Erwärmung künftig zu vermeiden sind; dies gilt vor allem nicht nur in Kirchen, sondern für die meisten vergleichbaren großen Räume, die früher kaum winterlich genutzt wurden, wie Säle in Sommerschlössern, Pavillons und ähnliche.

Die verantwortliche Entscheidung für oder gegen den Einbau einer Heizung und – vor allem, wenn schon eine eingebaut ist – für die Art der Beheizung, verlangt die sehr detaillierte Kenntnis des bauphysikalischen Ist-Zustands und zudem die Kenntnis früherer und auch geplanter Nutzung; dies heißt, dass eine Interpretation des Raumklimas unter Berücksichtigung des Ist-Zustands zwingend notwendig wird. Es weisen nicht nur Algen- und Schimmelbefall bei Ausstattung und Raumschale auf zu hohe Raumluftfeuchte hin, sondern fast jeder organische Befall; auch der zeitliche Verlauf der Raumschalenverschmutzung, vor allem aber deren Verteilung im Raum sind Indizien für – zumindest periodisch – zu hohe Raumluftfeuchte. Aber auch die „typischen Trockenschäden“ – Verwerfungen, Risse, Abblätterungen und Abmehlungen – können ein deutlicher Hinweis auf immer wieder zu hohe Luftfeuchte sein, denn ihr Auftreten setzt Materialfeuchtedifferenzen voraus, also stark wechselnde Raumluftfeuchten.

Hier kann ein Beheizen die Sanierung bringen, was heißt, dass dieses Beheizen, also die Heizweise, auf den räumlichen Ist-Zustand abzustellen ist. Kennt man endlich diese Forderung, kann im zweiten Schritt auch das Heizsystem gewählt werden, dessen Wahl üblicherweise auch noch durch Berücksichtigung

der baulichen Eingriffe, oder aber finanzieller Erwägungen bestimmt wird.¹

1. Der Begriff „Kirchenheizung“

Der Begriff „Kirchenheizung“ für die Heizung von „großen Räumen alter Bauart“ ist zweifach irreführend: Zum einen gilt die Problematik grundsätzlich für die Beheizung aller großen historischen Räume, also nicht nur für Kirchen, sondern ebenfalls für Schloss- und Ratssäle, für Theater und Hallen von Burgen, Klöstern und so weiter; zum zweiten suggeriert er die Vorstellung eines Beheizens dieser Räume, wie wir dies normgerecht unter Berücksichtigung der vorgeschriebenen Temperaturen gewohnt sind. Tatsächlich aber werden diese „großen Räume alter Bauart“ meist nicht im heute üblichen Sinn beheizt, sondern lediglich temperiert zur Verbesserung ihrer Nutzbarkeit, ebenso aber zur Schadensverringerung. Trotzdem soll auch im weiteren an diesem bereits festgeschriebenen Begriff „Kirchenheizung“ festgehalten werden, da hierunter inzwischen allgemein jene Probleme verstanden werden, durch die sich die Beheizung solcher Räume von den üblichen Standards unterscheidet.

Schon vor Jahrzehnten wurde darauf hingewiesen, dass sich die Beheizung großer Räume in ihrer Problematik vom Gewohnten unterscheidet.² Diese Differenz wurde nochmals dadurch verstärkt, dass neue Kirchen, Hallen, Festsäle und ähnliches zwar in vergleichbarer Größe wie früher, aber in entscheidend anderer Konstruktion errichtet werden: Die meisten der neuen Anlagen sind als beheizbar geplant und erstellt, wurden entsprechend wärmedämmend und besitzen vielfach eine vorgegebene Lüftung. Es ist also leider nicht nur falsch, die Erfahrung von Büro- und Wohnungsheizungen auf „Kirchen“ anzuwenden, sondern auch die der Beheizung vergleichbarer großer neuer Räume, weshalb nochmals betont wird, dass das Folgende sich auf „alte“ Kirchen – und vergleichbare Räume – bezieht; selbstverständlich gelten die bauphysikalischen Gesetzmäßigkeiten auch für jeden Neubau.

Ein weiteres Problem ist im Begriff der „Kirchenheizung“ enthalten: der Schutz kulturhistorisch wertvoller Ausstattung. Hierunter wird jedoch nicht nur die bewegliche Ausstattung wie Möbel, Plastiken und Gemälde verstanden, sondern die gesamte Innenschale einschließlich der Konstruktion des Raumes, was leider viel zu oft vergessen wird.

2. Schadensfaktoren

Worin liegt nun diese Gefährdung – und warum ist sie gerade in Abhängigkeit von der Heizung zu sehen? Die Antwort muss vorab theoretisch gegeben werden. Jede Temperaturveränderung bringt eine Veränderung der relativen Luftfeuchte mit sich:

¹ Claus ARENDT, Raumklima in großen historischen Räumen. Heizungsart, Heizungsweise, Schadensentwicklung, Schadensverhinderung, Köln 1993.

² H. KORI, Die Berechnung der Kirchenheizung nach der Rietschelschen Formel“, Gesundheitsingenieur 47, 1924, Nr. 21.

- das Absenken des umgebenden Erdreichs verringerte die feuchtigkeitsaufnehmende Außenwandfläche um mehr als hundert Quadratmeter, so dass damit auch,
- wie durch den ebenfalls abgesperrten Fußbodenaufbau, die natürliche Feuchteabgabe an den Raum verringert und unterbunden wurde;
- statt eines, durch Bepflanzung optimalen Kleinklimas, steckt nun die Kirche in einem Steinplattensee, der zudem nochmals die Reflexion der Sonnenstrahlen ins Kircheninnere verstärkt.

Dass die Heizung ebenso wenig sachgemäß gefahren wurde, fiel nun kaum noch ins Gewicht. Die Heizung war allerdings der einzige Faktor in dieser, die Ausstattung schädigenden Maßnahmengruppe, der ohne größeren Aufwand nachträglich verbessert werden konnte, indem Ausblasgeschwindigkeit und -temperatur entscheidend verringert wurden.

Dieses Beispiel zeigt für jeden überprüfbar, dass derartigen Räumen ein jeweils typisches und *nur für sie geltendes* Raumklima zuzuordnen ist, das durch eine Vielzahl von Einflüssen geschaffen wurde und meist bereits über Jahrzehnte, auch Jahrhunderte herrscht.

Die Erfahrung zeigt allerdings auch, dass es falsch ist, dieses „alte“ Raumklima schon von vornherein als schützend für das Bauwerk und den Raum und seine Ausstattung zu bezeichnen. In manchen seltenen Fällen aufsteigender Feuchtigkeit, *vor allem* aber bei Kondensationsfeuchte, der die Ausstattung ebenso zum Opfer fällt wie bei zu trockener Luft, kann ein Beheizen zur Temperierung der Raumschale eine Verbesserung, unter Umständen sogar die entscheidende Hilfe bringen. Hinzu kommt, dass Kondensation sogar die Konstruktion selbst in verdeckten, also nicht durch Augenschein überprüfbaren Bereichen zerstört (Abb. 3).

Jede „Kirchenheizung“ als schädigend zu be- und verurteilen, zeigt also ebenso wenig Sachverstand wie Verantwortungsgefühl; es ist vielmehr notwendig, sich über den bisherigen Ist-Zustand des Raumklimas ausreichend Kenntnis zu verschaffen, also die Voraussetzungen zu kennen, die für oder gegen ein Beheizen sprechen.

Die Einsicht, diese „Voraussetzungen“ kennen zu müssen, soll noch ein zweites Beispiel wecken: Die Nürnberger Frauenkirche, die schon seit längerer Zeit beheizt war, beherbergt ebenfalls eine Anzahl qualitätvoller Ausstattungsstücke. Besonders hervorzuheben ist hier der Tucher-Altar, der nun nach einem Heizungsumbau – in diesem Falle eine wesentliche haustechnische Verbesserung in Bezug auf ein verträgliches Raumklima! – ebenfalls starke Schäden zeigte, die selbstverständlich von den Beteiligten wieder der Heizung angelastet wurden. Was war in dieser Kirche geschehen?

Der Tucher-Altar stand bis zu Beginn der allgemeinen Sanierungsarbeiten an der Außenwand des Schiffs unter einem Fenster. Während der Arbeiten in der Kirche wurde er zu einem Restaurator gebracht, der die Schäden feststellen und den *Ist*-Zustand konservieren sollte. Nach Abschluss der baulichen Maßnahmen und der Schaffung einer neuen Altarzone wurde der Tucher-Altar im Chor als Altarbild wieder aufgestellt. Bereits nach wenigen Monaten zeigten sich an diesem Ausstattungsstück starke Schäden: In Unkenntnis der nun allerdings schon seit Jahren veröffentlichten Zusammenhänge musste dieser wertvolle Altar innerhalb relativ kurzer Zeit drei äußerst unterschiedliche Standorte verkräften. Selbstverständlich konnte er das nicht!

- An der Außenwand, seinem ersten Standort, fand er noch einen relativ kühlen Platz, was sich zwingend auch auf seine Materialfeuchte auswirkte. Zudem waren die Holztafeln dem ständig vom Fenster abfallenden, leichten Kaltluftstrom ausgesetzt, was nochmals einer stärkeren Austrocknung entgegenwirkte.
- In der Werkstatt des Restaurators herrschten völlig andere Zustände: Die wesentlich wärmere Luft wurde zwar „entschärft“ durch eine *vorgeschriebene* relative Luftfeuchte, das heißt durch jene, die der Restaurator und der Denkmalpfleger mit 60% relativer Feuchte für optimal erachteten, ohne daran zu denken, dass auch diese „optimale“ Luftfeuchtigkeit keineswegs dem jahrelangen bisherigen Standort entsprach.
- Als krönender Abschluss der Neugestaltung des Altarbereichs kam der Tucher-Altar schließlich in den Chor, wo er nun freistehend aufgestellt wurde, wodurch er allseitig dem in dieser Kirche herrschenden und selbstverständlich durch die Heizung mitbedingten Raumklima sowie zusätzlich der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt war.

Zum dritten Mal innerhalb von etwa zwei Jahren musste sich also dieses wertvolle Ausstattungsstück einer entscheidenden Klimaveränderung anpassen – und tat dies selbstverständlich auch unter entsprechenden schadensfördernden Volumenänderungen. Diese mussten um so stärker ausfallen, als man nicht beachtete, dass die Altartafeln nur einseitig bemalt oder – im bauphysikalischen Sinn – beschichtet waren, und somit Feuchteaufnahme und Feuchteabgabe *niemals* an beiden Oberflächen gleichmäßig ablaufen konnten. Zu allem Überfluss setzte der neue Standort die Altartafeln dem direkten Sonnenlicht aus, was man dadurch zu entschärfen hoffte, dass man im Chor eine Zusatzverglasung mit UV-Filter-Effekt vorsah in Unkenntnis der Tatsache, dass damit die Wärmebelastung der bestrahlten Altaroberflächen nicht vermeidbar ist.

Der zwangsläufige Schaden, den der Tucher-Altar erdulden musste, hat seine Ursache also wiederum in einem Vorurteil, in jenem nämlich, dass das gesamte Umfeld eines Ausstattungsstücks auf Biegen und Brechen klimatechnisch diesem anzupassen sei, was leider, selbst mit sehr viel mehr Mitteln als üblicherweise zur Verfügung stehen, *fast niemals möglich* ist.

Schaden	Kondensat	Verschmutzung	Quellen Schrumpfen
Ursache			
Oberflächen-temperatur	X	X	x
Luftwechsel	X		X
Strömung	x	X	x
Sorption	X	X	X
Luftfeuchte- veränderung	x		X
Heizsystem	X	X	x
Heizweise	X	X	X

Abb. 2. Tabelle raumklimatischer Parameter: direkt wie indirekt heizungsbedingte Einflüsse auf Raumschale und Ausstattung.

Auch diese Erkenntnis muss jedem Abwägen der Für und Wider einer Kirchenheizung zugrunde gelegt werden: es ist fast nie erreichbar, das – manchmal nur scheinbar – optimale Raumklima eines Museums auch einer Kirchengestaltung zu bieten, doch ist es fast immer möglich, negative Auswirkungen des bisherigen Raumklimas durch Beheizen – eventuell auch „Belüften“ – zu entschärfen, vielleicht sogar völlig zu beseitigen. Da eine Heizung fast immer vom Nutzer gefordert wird, also auch nutzungsbedingte Forderungen erfüllen soll, wird dem Denkmalpfleger, dem Sachverständigen und – wenn auch häufig vergeblich – dem Projektanten das Kunststück abverlangt, scheinbar Unvereinbares zu verbinden. Nutzt man alle technischen Möglichkeiten, auch jene der Regelung, berücksichtigt man die bauphysikalischen Eigenschaften von Raumschale und Ausstattung, kennt man die sehr unterschiedlichen „Empfindlichkeiten“ – im übrigen auch physikalische und chemische Eigenschaften! – von Fassungen und Trägermaterial, löst sich sehr oft diese Unvereinbarkeit auf, was umso wünschenswerter ist, je stärker sich dieser Eingriff in das Raumklima tatsächlich auch als sanierende Maßnahme für das Baudenkmal erweist.

Eine Hilfe in der Beurteilung raumklimatischer Einflüsse gibt die Auflistung „Raumklimatischer Parameter“ (Abb. 2). Sie verdeutlicht, welche heizungsbedingten Einflüsse schließlich Kondensat, Verschmutzung oder Materialbewegungen – Quellen, Schrumpfen – nach sich ziehen: Oberflächentemperatur, Luftwechsel, Strömung, Sorption (= Feuchteaufnahme und -abgabe über die Luft), Luftfeuchteveränderungen; außerdem werden die Einflüsse aus dem Heizsystem und der Heizweise selbst genannt, was verdeutlicht, dass die Heizweise hierbei das entscheidendere Kriterium darstellt und deshalb die Heizsysteme vor allem auch danach zu beurteilen sind, ob sie in dieser Kirche, in diesem Schloss-Saal überhaupt die bestmögliche Heizweise ermöglichen.

3. Voraussetzungen und Ziel einer „guten“ Beheizung

Unter den mehreren hundert Kirchen, Schloss-Sälen und Vergleichbarem, die ich seit nun annähernd dreißig Jahren begutachte und berate, fanden sich nur wenige Objekte, bei denen eine „Heizung“ als unverantwortlich kompromisslos abzulehnen war. Sehr viel häufiger schon musste die Art der Beheizung, also die Heizweise, abgelehnt werden, weil der Nutzer in Unkenntnis, oft genug auch in bewusster Ignoranz der „Bedürfnisse“ von Raumschale und Ausstattung forderte, was nicht zu erfüllen war. Auch hier sollen zwei Beispiele erläutern, wie



Abb. 3. Infolge Kondensation zerstörter Holzbalkenkopf einer Saaldecke.

vielfältig und verwoben die Einflüsse sind und wie sinnlos es ist, über eine „gute Heizung“ zu sprechen, ohne auch die Nutzung kritisch zu hinterfragen:

Das Antiquarium der Münchener Residenz zeigte in seiner Raumschale Ablösungen und Abmahlungen der Fresken, Salzausblühungen, diese vor allem auch in Stuckbereichen oder sogar in den aufgestellten Kopien (Abb. 4); der Schaden schritt rasch voran; die verantwortliche Bauverwaltung wusste, was der Verursacher nicht wissen wollte: dieser herrliche Raum war übernutzt, denn über die Jahre konnte jeder, der entsprechendes Geld und Beziehungen hatte, darin feiern. Selbstverständlich musste deshalb auch geheizt werden. Dampf und Dunst der Feiern, des Essens, der Getränke, der Pflanzen hoben die Materialfeuchte der Raumschale an, was – vereinfacht dargestellt – die Salze in Lösung brachte. Die Salzverseuchung, die in diesem Objekt nicht einmal mittelfristig und ohne Rücksicht auf Kosten beseitigt werden könnte, stammt aus dem Krieg, als man mit dicken Lagen von Brandschutt die unversehrten Gewölbe zum Schutz gegen Brandbomben bedeckte; der Regen schwebte damals aus dem Brandschutt ein, was heute noch alte und neue Raumschale belastet. War ein solches Fest über, durfte endlich wieder schonend, also zurückhaltend geheizt werden, was wiederum gravierend den Wasserhaushalt veränderte. Diesem „feucht“ – „trocken“ entsprachen jedes Mal die Salze durch einen Zustandswechsel, der stets auch mit Volumenveränderungen verbunden ist: So geschah in der Decke dieses Festschalls genau das, was wir im salzbelasteten Sockelbereich kennen: das mineralische Material wurde zerstört.

Zu den technischen Verbesserungen, die nach einem Jahr der Klimamessung und damit des Belegs der Gefährlichkeit dieser ungezügelt genutzten, vorgenommen wurden, nämlich anderes Heizsystem und vor allem Belüftung zum Abbau zu hoher Feuchtespitzen, musste zwingend eine rücksichtsvollere Nutzung kommen. Unter „der Last der Beweise“ wurde endlich auf die vor allem im Winter so stark und rasch schädigenden Veranstaltungen weitestgehend verzichtet.

Die „Sala terrena“ eines großen Sommerschlusses weckte Begierlichkeiten einer „besseren“ Nutzung, also auch einer Nutzung in jener winterlichen Jahreshälfte, die bisher von Baubeginn an äußerst selten war, weshalb eine Heizung eingebaut wurde trotz der vorausgesagten Schäden. Diese traten bereits in der ersten Heizperiode ein: starke Risse und Sprünge in hölzernen Ausbauteilen und Verluste an der farbigen Fassung. Im irrigen Glauben, dass technisch auch immer machbar sei, was man wolle, „entschärfte“ man das unverträgliche, winters zu trockene Raumklima durch eine zusätzliche Befeuchtung, sodass schon beim ersten spätherbstlichen Konzert das Wasser an den einfach verglasten großen Türen derart in Strömen abließ, dass sich auf dem originalen Holzfußboden große Lachen bildeten, die nicht nur starke Ränder, sondern auch ein Verwerfen verursachten. Wieder wurde mit Rücksicht auf die Bedeutung dieses Baudenkmal ebenso rasch wie ebenso falsch reagiert: Die noch originalen Fenstertüren wurden „umgerüstet“ zu einer Zweifachverglasung, was insgesamt wie im Detail zu einigen formalen Unerträglichkeiten führte. Nicht bedacht war in diesem eindimensionalen Denken, dass der Wasserdampf, den dieser Raum seit seinem über zweihundertjährigen Bestehen niemals ertragen musste, die gesamte Raumschale belastete, auch wenn dies nur an den Glasscheiben sichtbar wurde. Diese Belastung wirkte also weiter – und stärker als je zuvor, weil nun auch die



Abb. 4. München, Residenz, Antiquarium: starke Salzschäden, ausschließlich bedingt durch zu hohe Luftfeuchteschwankungen.

bisherigen „Entfeuchtungsflächen“ der kalten Fensterscheiben fortfielen: Sowohl in den Balkenköpfen als auch in Teilen der hölzernen Deckenkonstruktion wurde – aufgeschreckt durch einige Risse in der Putzschale – weitreichender Schwammbefall entdeckt, der zu seiner Sanierung eine Art Rückführung in den Rohbauzustand des bis zur Entscheidung „Heizung“ intakten Saales führte.

Einer der gefährlichsten Irrtümer dieser irrtumsreichen Argumentation ist also jener, durch eine zusätzliche Luftbefeuchtung die Raumluft auf jenen fiktiven Werten zu halten, die sich in einem klimatisierten Museum als optimal erwiesen haben: 55 – 60% relativer Raumluftfeuchte. Wer so den Teufel mit dem Belzebug austreibt, wird in Kürze schwere bis schwerste Feuchteschäden an der Konstruktion, an der historischen Fensterverglasung und in besonderen Fällen an freskierten Außenwänden und Gewölben finden, da sich an deren kälteren Oberflächen, aber auch in der Konstruktion selbst das Wasser niederschlagen kann (Abb. 5). Das Bauwerk, vor allem aber die Ausstattung reagieren nämlich lange nicht so empfindlich wie immer prognostiziert auf die *Abweichung* vom museal-idealen Luftzustand, sondern auf den *Wechsel* der Raumlufttemperatur und damit der relativen Raumluftfeuchtigkeit. Vereinfacht dargestellt heißt dies, dass selbst ein empfindliches Ausstattungsstück bei beispielsweise 40% relativer Feuchte schadensfrei die kommenden Generationen beglücken könnte, wenn ihm nur ständiges Schwinden und Quellen durch einen Wechsel dieser Raumluftfeuchte erspart blieben. Auch hier kann also die ideale „Kirchenheizung“ nur gefunden werden, wenn der klimatische Ist-Zustand des zu beheizenden Raumes bekannt ist, wobei „ideal“ durchaus bedeuten kann, dass auf gar keinen Fall eine

Kirchenheizung eingebaut werden darf, was von mir beispielsweise für die Wies-Kirche so zweifelsfrei nachgewiesen werden konnte, dass selbst politischer Druck verpuffte.

Damit ist bei Beachtung der Ausstattung die wesentliche Forderung an ein Kirchen-Heizsystem und *vor allem* an die Heizweise gestellt:

Bestmögliche Vermeidung hoher und häufiger Luftfeuchteschwankungen.

Bei Beachtung der Raumschale lautet die entscheidende Forderung wieder an die Heizweise, aber auch an das Heizsystem, da nicht alle Systeme diese optimale Heizweise ermöglichen:

Leichte Erwärmung der Raumschale zur Vermeidung zu hoher Materialfeuchte oder gar Kondensation.

Für die Praxis stellt sich dies deshalb als problematisch heraus, weil nun in jedem Bauwerk die folgende Abhängigkeit zu beachten ist:

1. Die Wärmeabgabe muss – fast immer; es gibt jedoch Ausnahmen – in Art und vor allem Dauer auch die Raumschale erfassen.
2. Bei einem bisher unbeheizten Raum, muss sich *zwangsläufig* die mittlere *winterliche* Raumluftfeuchte entsprechend der stationären Beheizung (Grundtemperatur) absenken; das Hochheizen zu Zeiten der Nutzung wird bei entsprechender Heizweise durch Sorptionsvorgänge allerdings in fast allen Fällen zusätzlich *keine* nennenswerte Veränderung der Raumluftfeuchte bringen.
3. Die mittlere *sommerliche* Raumluftfeuchte bleibt davon selbstverständlich unberührt, sieht man von einer kurzen Übergangszeit ab.
4. Die auf Dauer schädliche *Differenz* im *Jahres*-Luftfeuchteverlauf muss bei einer Größe über 30%, bei außergewöhnlicher Ausstattung schon über 20% verringert werden.
5. Hierzu im Winter zu befeuchten, um während dieser Jahreszeit das Luftfeuchteniveau anzuheben, birgt in fast allen Fällen die Katastrophe einer nachhaltigen und umfangreichen Schädigung der Raumschale wie auch verdeckter Konstruktionsteile, meist aus Holz.
6. Was bleibt als Lösungskompromiss, ist die Kappung der sommerlichen Luftfeuchtespitzen, weshalb nach meiner Erfahrung mindestens bei der Hälfte aller untersuchten und beurteilten Raumklimata der gesteuerten Lüftung und manchmal auch der mechanischen Entfeuchtung eine besondere Bedeutung zukommt.



Abb. 5. Luftfeuchtebedingter Bauschaden: schwammbefallene Deckenkonstruktion.

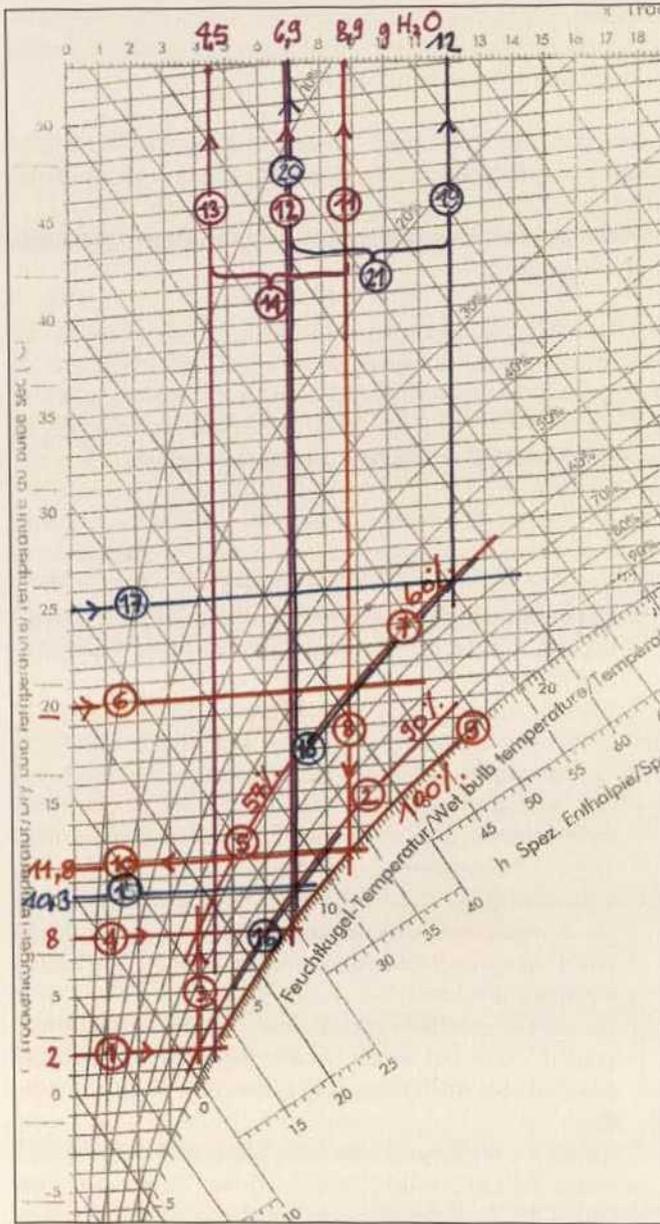


Abb. 6. Graphische Darstellung der theoretischen Einflüsse von Nutzung, Heizung und Lüftung (Außenklima) auf die Feuchtebelastung von Raumklima und Ausstattung.

Dieser im Winter wie im Sommer so entscheidende Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Raumluftfeuchte lässt sich wieder am einfachsten in seiner theoretischen Abhängigkeit erklären, nach der die Luftfeuchte um 3–4% steigt oder fällt, wenn die Temperatur um 1 K fällt oder steigt (Abb. 6).

Dies heißt: Erwärmt (3) man die winterliche Raumluft von 2°C (1) und einer Raumluftfeuchte von 90% (2) bescheiden auf 8°C (4), sinkt die Raumluftfeuchte bereits auf etwa 57% (5). Bringt ein warmer Spätmärztag schon 20°C Außentemperatur (6) bei einer niedrigen Außenluftfeuchte von 60% (7), so erreicht diese Luft bei Abkühlung (8) den Taupunkt (100%) (9), also jenen Temperaturbereich, bei dem gasförmiges Wasser flüssig ausfällt, bereits bei etwa 11,8°C (10), obwohl die Wände immer noch nur 8°C (4) zeigen, im übrigen eine starke Vereinfachung, denn bei dieser Raumlufttemperatur werden die Kirchenwandoberflächen höchstens um die 6°C zeigen. Was nun an Wasser ausfallen muss, zeigt (11 und 12) die obere Leiste mit dem Wassergehalt der Luftzustände: 8,9 g/m³ Wasser

fallen an; knapp 7 g/m³ Wasser können maximal aufgenommen werden; die Differenz von circa 1,9 g/m³ Wasser belastet die Raumschale flüssig und wird von ihr auch gespeichert und weitergeleitet. Ginge man vom früheren unbeheizten Zustand aus (1), so könnte die Luft nur etwa 4,5 g/m³ Wasser „tragen“ (13), so dass die ausfallende Wassermenge sogar um die 4,4 g/m³ betrüge (14).

Das frühjährliche Lüften hat also die Situation deutlich verschlechtert, was aber auch noch im Sommer gilt: die Raumluft zeigt inzwischen wieder 10,3°C (15) und hohe 90% relative Feuchte (16); außen herrschen 25°C (17) bei „nur“ 60% (18), weshalb wegen des „trockenen Wetters“ die Kirchentüren und möglichst noch einige Fenster weit geöffnet werden. Tatsächlich beinhaltet (19) diese „trockene“ Sommerluft 12 Gramm Wasser je Kubikmeter, die „feuchte“ Raumluft (16) dagegen (20) nur 6,9 Gramm: das falsche, nämlich unregelmäßige und den Wassergehalt der Luft nicht beachtende Lüften bringt also wieder einen entsprechend hohen und unerwünschten Wassergewinn (21). Auch wenn diese Darstellung sehr vereinfacht ist und noch weitere Faktoren in den Luftfeuchtehaushalt eines Raums regulierend und fast immer eher ausgleichend eingreifen, wird doch deutlich, dass das übliche Starren auf heizungsbedingte Raumluftveränderungen während des Winters eine entscheidende Schadensquelle zur Verschlechterung des Raumklimas übersieht: Feuchtegewinn im Frühjahr und Sommer, hauptsächlich durch Lüften. Abbildung 7 zeigt den Wasserniederschlag auf einem ungedämmten historischen Fußboden, bedingt durch den frühsummerlichen Luftwechsel über eine undichte Tür (Abb. 7).

Während die beiden vorab genannten Faktoren – Lufttemperatur und Luftfeuchte – in Zukunft wohl nicht schadensfrei, aber doch bei ihrer Beurteilung durch gediegenere Kenntnis wesentlich geringer als bisher einwirken könnten, ist ein dritter Schadensbereich wohl nur theoretisch besser in den Griff zu bekommen. Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, wie schädlich der häufige Temperaturwechsel ist. Dieser Wechsel wird aber auch schon dadurch erzwungen, dass kaum eine Gemeinde ihre Kirche, ihren Schloss- und Ratssaal während der gesamten siebenmonatigen Heizperiode kontinuierlich auf der gewünschten Temperatur halten kann. Die Denkmalpflege hat deshalb zu Recht schon seit langem darauf hingewirkt und wurde hierin endlich auch von der Industrie unterstützt, dass die Heizung kostensparend auf niedrigerer Raumtemperatur durchgehend gefahren wird, um dann während der Nutzungszeiten auf die entsprechend gewünschte Maximaltemperatur hochzuheizen. Diese Maximaltemperatur wurde aus den schon geschilderten Gründen, aber auch um die Temperaturdifferenz zwischen diesen beiden Beheizungsweisen möglichst gering zu halten, in ihren Empfehlungen immer weiter abgesenkt und liegt nun während der Gottesdienste bei 12°C, besser 10°C. Als maximale Temperaturdifferenz wird stets ein Δt von 3–5 K (Kelvin als Einheit der Temperaturdifferenz statt früher ebenso °C) empfohlen.

Die Aufheizzeit soll durch eine entsprechend sensible Regelung, möglichst noch unterstützt durch entsprechende Wärmeabgabe, ein Kelvin je Stunde nicht überschreiten, möglichst sogar bei 0,5 K/h liegen. Je nach Heizungssystem und abhängig vor allem von Lage und Bauart der Kirche, ist ein Einhalten dieser doch recht engen Regelwerte möglich und gilt derzeit allgemein als Stand des technischen Wissens. Die wenigen Fachleute auf diesem Gebiet „Kirchenheizung“ wussten zwar stets, dass diese Empfehlung eine Art Schamlatz darstellt, da die

Volumenänderungen im Holz und damit auch in allen Schichten, denen Holz als Untergrund dient, wesentlich langsamer verlaufen als selbst diese gestreckte Aufheiz- und Abkühlzeit. Dennoch galt und gilt diese Möglichkeit als das bisher erreichbare Optimum.

Der Blick zu unseren westlichen Nachbarn musste hier schon immer stutzig machen: Dort wird zum Teil immer noch mit primitivsten Warmluftheizungen möglichst rasch vor dem Gottesdienst möglichst hoch geheizt, diese Heizung aber dann schon aus schalltechnischen Gründen während des Gottesdienstes abgestellt, so dass die Kirche entsprechend wieder abkühlt. Selbstverständlich findet man in diesen Kirchen die zu erwartende außergewöhnliche Verschmutzung, auf die noch gesondert eingegangen werden wird, aber kaum Schäden jener Art, die bei uns trotz behutsamen Aufheizens und gesteuerten Abkühlens immer wieder an der hölzernen Ausstattung und an Fassungen auftreten. Dies ist eine sehr praktische und in vielen Beispielen überprüfbare Bestätigung der Tatsache, dass der raschen und verblüffend eng vom Temperaturanstieg abhängenden **Raumluftfeuchteabsenkung** völlig andere zeitliche Abläufe in den Bau- und Ausstattungsmaterialien gegenüberstehen, was unter anderem wieder auch mit deren speichernder Wirkung zusammenhängt, worüber ebenfalls noch gesprochen werden muss.

Setzt man nun voraus, dass ein Denkmalpfleger bereit ist, diesen Sachverhalt zu akzeptieren, steht gerade er vor dem Problem, dass ihn seine Aufgeschlossenheit für fachfremde Wissensgebiete in größere Schwierigkeiten bringt als jenen Kollegen, der nichts mehr dazu lernen mag. Es wurde schon die starke Verschmutzung der – für uns! – so unüblich beheizten Kirchen angesprochen, die selbstverständlich auch unter dem Aspekt des dort deutlich höheren Einsatzes von Opferkerzen beurteilt werden muss. Sie weist aber auf einen leider naturgesetzlichen Zusammenhang hin zwischen der Temperatur der Raumluft und der historischen, nicht gedämmten Raumschale, was wiederum auch die zutreffenden Feuchtezustände beeinflusst: Jedes stoßweise Beheizen der Raumluft schafft unmöglich ein „Aufheizen“ der Raumschale, die deshalb, wesentlich kälter als die sie bestreichende Raumluft, wie eine Kondensationsfläche wirken muss und durch die damit bedingte Erhöhung der Feuchtigkeit auch Schmutzpartikel besser bindet (Abb. 8). Jener Denkmalpfleger sieht sich also dem Dilemma



Abb. 7. Praktischer Nachweis des „Wassergewinns“ bei falscher Lüftung zur falschen Zeit.



Abb. 8. Starke Verschmutzung der Raumschale infolge zu kalter Wandoberfläche, verdeutlicht am Unterschied des geringen Verschmutzungsgrads im Bereich der angebauten und damit „wärmenden“ Sakristei.

gegenüber, zwischen zwei Übeln wählen zu müssen, nämlich zwischen jenem des schonenderen stoßweisen Beheizens und einem, die Verschmutzung der Raumschale vermindern den ständigen Temperieren zur Erhöhung der Temperatur in eben dieser Raumschale.

Wie eng diese Vernetzung zwischen Raumklima, Nutzung und Schaden ist, mag noch ein Beispiel zeigen: In einem kirchlichen Festsaal höchsten Ranges (Ingolstadt, Maria de Victoria, Gebrüder Asam) hält die Stadt winterliche Konzerte ab. Der Saal wird durch Verbot der Denkmalpflege nicht beheizt, doch folgt die Stadt auch nicht der dringenden Empfehlung, im Winterhalbjahr auf Konzerte zu verzichten. Die Konstruktion ist bauzeitgemäß leicht; der Saal ist beidseitig befenstert, die Subkonstruktion immerhin einseitig.

So darf die gesamte Raumschale dieser Kirche in ihrem Wärmedurchgang, aber vor allem auch bezogen auf ihren Luftwechsel zumindest bauphysikalisch als „außergewöhnlich dünn“ bezeichnet werden. Praktisch heißt dies: In „Maria de Victoria“ entspricht der Raumklima~~verlauf~~ weitestgehend dem Außenklima, und die Raumklimadaten passen sich den Außenwerten rasch und eng an.

Schon die äußerst einfachen Messungen (Abb. 9) während des Weihnachtsoratoriums zeigen ein verheerendes Ergebnis, das zu dokumentieren allerdings gar keiner Messung bedurft hätte, denn bereits etwa eine Stunde nach Konzertbeginn steht Wasser auf den Fußbodenplatten. Der Grund für diesen Effekt liegt darin, dass mit Rücksicht auf das Wohlbehagen der Musiker und Besucher nur auf den Verlauf der *Raumlufttemperatur*, nicht aber auf den der *Material-* und *Oberflächentemperaturen* geachtet wurde. Will man bei Beibehaltung der an sich hier völlig unpassenden Nutzung das – zumindest technisch – Richtige tun, muss der Raum behutsam auf solche Weise beheizt werden, dass seine Oberflächentemperaturen leicht, aber auf Dauer und nicht nur *instationär während einer Veranstaltung* angehoben werden, was nicht nur der Raumschale, sondern vor allem auch der wertvollen Holzausstattung nutzte. Die wenigen kleinen elektrischen „Öfchen“, die man verstohlen den Musikern gönnte, haben die Situation kaum beeinflusst.

4. Heizsysteme⁴

Von diesem Problem aus kann nun auch endlich auf die haustechnischen Möglichkeiten der unterschiedlichen Beheizungsarten eingegangen werden: Sieht man von der jeweiligen Einbauzahl ab, sind in solch großen Räumen alter Bauart alle konventionellen Heizungssysteme mit Einzelheizkörpern möglich, zusätzlich noch Flächenheizungssysteme, die in Kirchen üblicherweise nur als Fußbodenheizungen ausgeführt werden, und Warmluftheizungen oder auch Kombinationen hiervon sowie die spezielle Bankheizung.

Bei der Beheizung mit **Einzelheizgeräten**, seien es Radiatoren, Konvektoren, Heiztruhen, ist es erlaubt zu pauschalieren: Sie taugen üblicherweise nicht für diese Art der Beheizung, da die Wärmeabgabe pro Zeiteinheit und Heizfläche zu hoch sein muss, um einen entsprechenden Temperaturanstieg in derartig großen Räumen zu bewirken. Sie können deshalb zu Recht in der weiteren Betrachtung außer Acht gelassen werden. Vergleichbares, wenn auch nicht Gleiches gilt für **Strahler**. Sinnvoll werden sie dort eingesetzt, wo tatsächlich nur kurzfristig ein eng begrenzter Bereich erwärmt werden soll wie die Musiker beim Schlosskonzert, der Pfarrer auf der Kanzel oder am Altar; Chor oder Orgelspieler auf der Empore.

Für die **Bankheizung** gilt, dass sie tatsächlich eine feste Bestuhlung voraussetzt, und somit in vielen Fällen aus Nutzungsgründen nicht angewandt werden kann. So wird heute bereits auch in manchen katholischen Kirchen eine freie Bestuhlung gewünscht; es gibt Gotteshäuser, die außer kultischen Zwecken auch anderen kulturellen Veranstaltungen mit wechselnder Bestuhlung dienen; in Schloss- und Ratssälen und ähnlichem ist eine Bestuhlung ohnehin üblicherweise nicht festgelegt.

Die **Bodenheizung** – haustechnisch richtiger „Flächenheizung“ benannt – kann in ihrem Aufbau allen gängigen Systemen entsprechen; zusätzlich wird sie in solchen Räumen vergleichsweise häufig auch mit Warmluft betrieben, da hier die Konstruktionshöhe nicht derartig ins Gewicht fällt wie im Geschossbau. Ein gleichartiges Heizsystem mit im Prinzip identischer Verlegung der Heizschlangen ist die **Wandheizung** (Abb. 10), die



Abb. 10. Typisches Detail einer ausgereiften Wandflächenheizung: es entspricht fast in allem den bekannten üblichen Fußbodenheizsystemen.

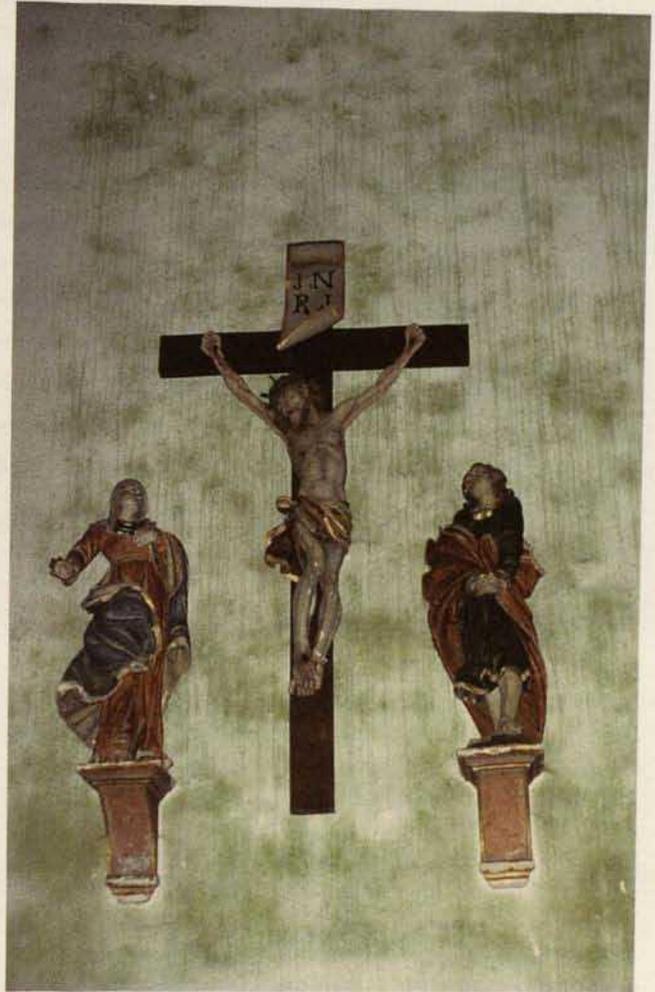


Abb. 11. Schwere, ausschließlich kondensatbedingte Schäden an Raumschale und Ausstattung.

allerdings für diesen Anwendungsfall so gut wie unbedeutend ist, da ihr systembedingter Aufbau formal entweder zu sehr störte – Sockelbildung wegen Einbaustärke – oder ein flächiges Abstimmen der historischen Wand von einigen Zentimetern verlangte. Ebenfalls als Flächenheizung zu bezeichnen ist der Versuch, durch ein oder auch durch mehrere im Wandbereich verlegte Heizrohre eine möglichst umlaufende Temperierfläche zu erhalten, worauf gesondert eingegangen wird.

Die Systeme der **Warmluftheizung** reichen schließlich von der alten und in besonderen Fällen durchaus auch altbewährten Schwerkraftheizung bis hin zu Systemen, bei denen die Wärme platzsparend mit Warmwasser bis zum Ort des Ausblasens geleitet und in Warmluft umgewandelt wird; man spricht dann von Wärmestationen.

Eine **Regelung** ist bei all diesen genannten Systemen möglich, ihre Sinnfälligkeit wächst jedoch mit der Beeinflussung der Temperatur der gesamten Raumluft sowie der Schwerfälligkeit im Regelverhalten. Auch hierauf wird noch eingegangen werden.

Es gibt mehrere Standpunkte, von denen aus eine Kirchenheizung beurteilt werden kann. Vorauszusetzen ist, dass es *kein* System gibt, auch nicht theoretisch, das für jeden Zweck als gleich gut und insgesamt optimal bezeichnet werden darf. Es gibt bestenfalls eine Reihenfolge der genannten drei Heizungsgruppen, in die jedoch auch bereits einige subjektive Argumente einfließen.

Heizsystem	Kosten		Erwärmung		Kondensat- vermeidung	sinnvoll regelfähig	Raumlufte	
	Einbau	Betrieb	Raumschale	Raumvolum.			Frischlufte	Reinigung
Einzelheizung	(X)	(X)						
EL-Bankheizung	x	X						
WW-Bankheizung		x	x	x		X		
Fußboden-Heizung		x		(x)	x			
Wand-Heizung	(x)				x			
Bauteil-Heizung	X				X			
WL-Heizung konvent.			X	X	x	X	X	x
WL-Heiz. mit Stationen			X	X	X	X	x	X

Abb. 12. Hauptvorteile der einzelnen Kirchenheizungssysteme: in der Praxis bedarf eine derartige Auflistung der objektbezogenen Wertung und Gewichtung; bei „Kosten“ werden stets die systemspezifisch sinnvollste Projektierung und Heizweise vorausgesetzt (x = üblicherweise günstigste Lösung für dieses Kriterium; () = hohe Variationsbreite dieses Kriteriums).

4.1. Allgemeines

Geht man von einer Nutzung aus, wie sie am ehesten in einer Kirche zu finden ist, der festen Anordnung von Sitzplätzen, dann hat jede Kirchenbankheizung den unbestreitbaren Vorteil, tatsächlich nur die Gläubigen zu erwärmen, nicht aber den Raum. Aus energetischer Sicht ist diesem Vorzug nichts entgegenzusetzen, gewichtige Gründe jedoch wegen der schon beschriebenen Abhängigkeit der Temperaturen von Raumlufte und Raumschale. Ähnliches gilt für die Fußbodenheizung, deren Aufgabe es auch „nur“ ist, den Bereich, in dem die Gläubigen sich aufhalten, zu erwärmen. Hier muss jedoch schon auf die Systeme eingegangen werden, da der Vorzug der kurzfristigen Beheizung nur zu Zeiten der Nutzung desto eher zurücktritt, je schwerfälliger dieses Heizsystem ist. Die leider immer noch propagierte elektrische Speicherheizung als Fußbodenheizung büßt den genannten Vorzug gegenüber anderen und rascher wirksamen und regelbaren Fußbodenheizungssystemen völlig ein und darf deshalb ebenfalls verallgemeinernd abgelehnt werden, auch wenn sie über Jahre in einem der Bundesländer hoch favorisiert wurde. Als sonst recht unübliches Fußbodenheizungssystem spielt hier die Warmluftheizung nach dem Prinzip einer Hypokaustenheizung eine Rolle.

Der Vorzug der Bankheizung und der „guten“ Fußbodenheizung beinhaltet auf den ersten Blick gleichzeitig den Nachteil jeder Luftheizung: Sie kann die Gläubigen nur dadurch erwärmen, dass die Luft durch eine möglichst gute Verteilung gleichmäßig im Raum erwärmt wird. Abbildung 12 „Hauptvorteile der einzelnen Kirchenheizungssysteme“ gibt als Anhaltspunkt einen sehr pauschalen Hinweis, wie er einer statistischen Auswertung entspräche: Für das einzelne Baudenkmal taugt eine solche Auflistung nur dann, wenn tatsächlich alle gebäudespezifischen Besonderheiten mit berücksichtigt werden (Abb. 12).

Wiederum ausgehend von den beschriebenen und prinzipiellen Hauptfaktoren jeder „Kirchenheizung“ muss nochmals auf Nachteile und Vorteile dieser gesamten Raumerwärmung eingegangen werden. Es ist eine durch diese Forschungsarbeit belegte und vor Ort überall feststellbare Tatsache, dass sowohl die instationäre, also stoßweise Beheizung, als auch die in ihrer Wirkung örtlich begrenzte (Bankheizung, Fußbodenheizung, Wandheizung) eine ungleiche Erwärmung der Raumschale bedingen. Sieht man von jenen Fällen ab, wo es, bedingt durch diese Art des Heizbetriebs, zu entsprechenden Taupunkt-

unterschreitungen kommen kann, was in der Praxis gar nicht so selten der Fall ist, bleibt dieser Nachteil dann ohne Belang, wenn diese ungleiche und auch raschere Verschmutzung nicht irgendeiner erhaltenswerten Ausstattung schadet. Dieser negative Aspekt wächst oder schwindet also in seiner Bedeutung damit, wie sehr verkürzte Reinigungs- und Restaurierungsintervalle die Lebensdauer von Wand- und Deckenfresken, Gemälden und anderen Wand- und Deckenapplikationen verkürzen. Die Anfälligkeit zu diesem Schaden hängt jedoch auch von weiteren Faktoren ab; die drei wesentlichsten sind

- die Häufigkeit der Beheizung durch Bankheiz- und Flächenheizungssysteme
- und/oder deren Höhe der Wärmeabgabe
- sowie das Volumen des Raumes oder, korrekter, das Verhältnis von Heizfläche oder Wärmeabgabe zur Fläche der Raumschale.

4.2. Bankheizung

Eine Bankheizung ist deshalb am negativsten zu beurteilen, weil durch sie die Raumschale so gut wie nicht erwärmt wird; außerdem wird keines der anderen Heizsysteme eine solche Staubverschmutzung und vor allem auch Staubverfrachtung bieten. Man kann also nur empfehlen, dass der elektrischen Bankheizung um so eher zugestimmt werden darf, je weniger Bankreihen davon erfasst werden, je seltener im Wochenverlauf diese Heizung in Betrieb genommen wird: Für eine kleine Filialkirche, die außer seltenen Hochzeiten und Totenmessen lediglich einen Sonntagsgottesdienst kennt, wird die Installation eines Bankheizungssystems in den ersten Bankreihen für die Alten, die Kinder und die „Verfrorenen“ auch künftig die denkmalpflegerisch wie finanziell sinnvollste Lösung darstellen, es sei denn, dieser Raum ist insgesamt oder stellenweise deutlich kondensatgefährdet (Abb. 12). Da selbst der uneinsichtigste Betreiber eine Bankheizung aus Kostengründen kaum als Raumheizung missbrauchen werden wird, fällt auch jenes negative Argument weg, das leider für jedes – und auch gute! – Fußboden- oder Warmluftheizungssystem gilt: Es können sich Denkmalpfleger, Restaurator, Projektant und ausführende Firma noch so sehr bei Planung und Ausführung anstrengen, die Schadensträchtigkeit bestimmt weitgehend der Nutzer.

Ein weiterer und eklatanter Nachteil ist der Bankheizung eigen: Da die Heizflächen auf die Bankreihen beschränkt sind, entsteht bei Betrieb eine ungewöhnlich starke und flächig begrenzte Thermik, die noch durch Wärme- und Feuchteabgabe der Sitzenden verstärkt wird. Diese Luft muss nach oben strömen; sie teilt sich am Gewölbe und fließt an den Seitenwänden wieder zu Boden. Bei dieser Bewegung gibt sie einen Gutteil der Luftfeuchte an die kalten Raumschließungsflächen ab und bewirkt überdies ein ebenso spürbares Nachströmen kalter Luft: es zieht stark, zumindest an den äußeren Plätzen und vor allem auch am Altar, da sich eine vergleichbare Luftwalze auch im Chor einstellt. Diesem „unerträglichen Zug“ folgt noch eine weitere Schadensursache: die Kerzen flackern und geben deshalb ein Vielfaches an Ruß ab wie bei stiller Verbrennung.

Abbildung 13 zeigt den Anstieg der Luftströmung hoch über den bankbeheizten Gestühlpodesten im Freisinger Dom bei Beheizung (Abb. 13). Während üblicherweise die Luftgeschwindigkeit zwischen 0,1 und 0,2 m/s liegt, also normalerweise gar nicht wahrgenommen werden wird, steigt sie kurz nach Heizungsbeginn – roter Strich – sprunghaft an und erreicht vertikal bis zu 2,5 m/s (3), horizontal (1) und (2) in beiden Achsen des Schiffs immer noch etwa 2,0 m/s. Nicht nur am Altar und in den Kirchenbänken wird dies deutlich auffallen; es müssen auch die Kerzen flackern und deshalb stärker rußen – und jeder zusätzliche Staub, aber auch die durch die Besucher eingebrachte Feuchte wird „wirkungsvoll“ über die kalte Raumschale zur besseren Schmutzhaftung verteilt.

Unter „Bankheizung“ werden immer noch die seit langem üblichen elektrischen Heizgeräte mit Glühstab oder -wendel verstanden; dies ist zweifach falsch. Zum einen gibt es seit mindestens fünfzehn Jahren so genannte Dunkelstrahler – eingebaut auch im Freisinger Dom! –, also elektrische Heizkörper, die lediglich eine Oberflächentemperatur von etwa 80°C erreichen, sodass die Staubverschmelzung entscheidend reduziert ist. Anschlusswert und Steuerung beider Strahlertypen sind identisch; es wird jedoch später unter „Regelung“ auf eine völlig neuartige Möglichkeit der Steuerung eingegangen, die es nun erlaubt, durch diese regelungstechnische Nachrüstung den entscheidenden Schadensfaktor zumindest zu verringern.

Zum anderen kann eine Warmwasserbankheizung die Funktion der elektrischen Bankheizung – Erwärmung der Kirchenbesucher – voll übernehmen und bietet zudem noch den hier völlig unüblichen Vorzug, wegen der deutlich günstigeren

Energiekosten auch zur Erwärmung der Raumschale beizutragen und damit den Hauptnachteil jeder herkömmlichen Bankheizung zu vermeiden: die stark überhöhte Verschmutzung. Diese Warmwasserheizung bietet zudem den Vorzug einer gleichmäßigeren Wärmeverteilung als die durch elektrische Bankheizsysteme möglich wird: im Chor, auf Emporen, in Vorhallen können zusätzliche Heizkörper aufgestellt werden und dies – was fast immer entscheidend ist – ohne inakzeptable formale Beeinträchtigung, da es inzwischen ausreichend viele Varianten kleiner oder flexibler, sogar einbaufähiger Warmwasserheizkörper gibt. Bei Verwendung eines zusätzlichen Mischers kann diese Warmwasserheizung auch Rohrschlangen in kondensatgefährdeten Bauteilen wie Raumecken oder Sockel bedienen, oder auch begrenzte Flächenheizungen wie den Bereich am Volksaltar oder die Wandseite rückseitig offener Beichtstühle.

Unter den Bänken haben sich auch optisch am besten bewährt kleine Gussradiatoren oder waagrecht verlegte Platten, die bei entsprechender Dimensionierung nicht oder kaum mehr sichtbar sind.

Diese Lösung ist also als preiswerter Kompromiss zwischen der üblichen elektrischen Bankheizung und der zwingenden Voraussetzung einer regelbaren und gut verteilten Wärmeabgabe zu sehen. Die kleinstformatigen Heizkörper in gesamter Banklänge übernehmen sowohl die indirekte Raumerwärmung wie die direkte der Kirchenbesucher und können hierzu auch mit unterschiedlichen Vorlauftemperaturen gefahren werden. Bei entsprechend stationärem Betrieb und bei Kirchen mittlerer Größe, baut sich auch über dieses Heizsystem die wärmetechnisch notwendige Erfassung der gesamten Raumschale auf; regelungstechnisch gibt es keine Nachteile zu Warmluftsystemen, doch muss bei Bedarf eine zusätzliche Lüftung eingebaut werden, die zumindest konventionelle Warmluftsysteme ohnehin bieten können.

4.3. Fußbodenheizung

Ein wesentliches Argument bei Fußbodenheizungen ist das Verhältnis von Heizfläche zu Hüllfläche des Raumes. Man wird also eine Fußbodenheizung auch weiterhin desto eher und schärfer ablehnen müssen, je größer die Differenz der genannten Größen ist und – dies nur im Zusammenhang mit dem erst genannten Argument – wie hoch geheizt werden soll. Sind sich alle Beteiligten einig, dass die Fußbodenheizung lediglich einer Temperierung der bodennahen Luftschichten und damit auch einer linden stationären Beheizung dient, und wird hier die maximale Temperatur entsprechend niedrig angesetzt, verringert sich auch die negative Gewichtung dieses Arguments.

Das Problem liegt hier allerdings in der schon beschriebenen Abhängigkeit vom Nutzer, da selbst eine Fußbodenheizung, die für -18°C Außentemperatur nur auf eine Raumtemperatur von +10°C ausgelegt ist, ohne weiteres auch in der übrigen Zeit zu Raumtemperaturen bis 18°C und auch höher missbraucht werden kann. Es gibt hier eine „Lösung“, deren Attraktivität allerdings bei genauerem Betrachten schwindet: Statt einer Warmwasserfußbodenheizung, bei der die Möglichkeit der relativ freien Wahl der Vorlauftemperatur diesen Missbrauch erleichtert, wird eine elektrische Fußbodenheizung installiert und ihr Anschlusswert so niedrig gehalten, dass zur kältesten Jahreszeit tatsächlich nur Raumluftwerte erreichbar sind, wie sie noch gut

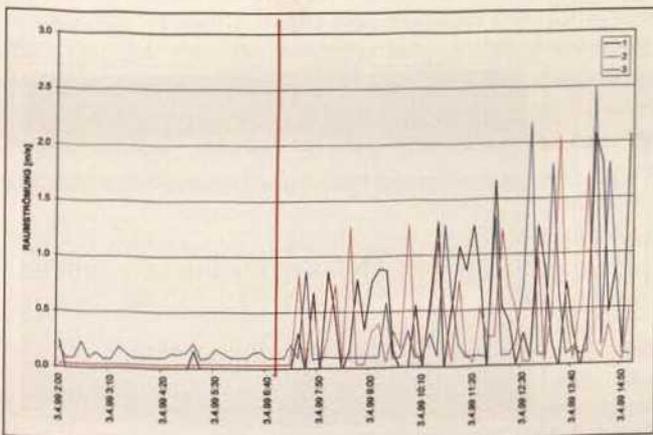


Abb. 13. Freising, Dom: Aufzeichnung der Messdaten über Luftgeschwindigkeitsänderungen unmittelbar nach Inbetriebnahme der Bankheizung.

geheißten werden können; die höhere Erwärmung kann dann nur erfolgen, wenn auch die Außentemperaturen steigen, dann aber liegt das „Angebot“ an Außenluftfeuchte – und damit auch Raumfeuchte – bereits wieder im „sicheren“ Bereich, auch wird nun ein „Nachbefeuchten“, möglichst über gezielte Lüftung, risikoärmer.

Tatsächlich muss aber auch eine solche elektrische Fußbodenheizung aus Kostengründen fast immer eine Speicherheizung sein, sodass ihre Regelfähigkeit gegen Null geht: diese Systeme sind konsequent abzulehnen.

4.4. „Temperiersystem“⁴⁵

Unter dieser vielversprechenden Bezeichnung werden einige Heizungsvarianten als neu und richtungsweisend angeboten, über die bereits schon etwa 1925 ausführlich geschrieben wurde und die seit alters, wenn auch stark eingeschränkt, nur dort angewandt werden, wo ein Bauteil wegen seiner Ausführung, in seltenen Fällen auch wegen einer besonderen Belastung, zusätzlicher Wärme bedarf: eine kondensatgefährdete Wand-Boden-Ecke oder eine Fensterleibung erhält eine zusätzliche Heizschlange, ein durch Regen besonders gefährdetes Detail seine eigene, die Abtrocknung verstärkende Bauteil-Beheizung: man nimmt also bewusst einen erhöhten Energiebedarf dort in Kauf, wo damit Schäden und durch sie wiederum deutlich höhere Kosten vermieden werden können.

Statt sich auf diese altbewährte Anwendung zu beschränken, wurde dieses Heizsystem, euphemistisch auch „Thermische Bausanierung“ genannt, immer mehr zu einem Heizsystem mit Wunderwirkung verklärt, wohl auch, weil ihre laute Empfehlung von einer Denkmalschutzbehörde ausgesprochen wird, was die Brauchbarkeit dieser Empfehlung allerdings auch nicht anhebt. Nun soll ein Heizrohr, zur besseren Wärmeabgabe ungedämmt im Mauerwerk verlegt, die gesamte Wand zu einer Strahlungsfläche verwandeln. Tatsächlich heizt dieses Rohr zu einem guten Teil die äußere Umgebung, was winters erlaubt, an den unterschiedlichen Abschmelzvorgängen sehr gut abzulesen, wo dieses Heizsystem eingebaut ist und wo nicht; zum anderen gehorcht auch diese Art der Wärmeverteilung den Naturgesetzen: nicht die gesamte Wand wird zur abstrahlenden Wärmequelle, sondern nur ein ausnehmend schmaler Streifen wird erwärmt, wie sich durch Infrarot-Aufnahmen verblüffend deutlich erkennen lässt (Abb. 14).

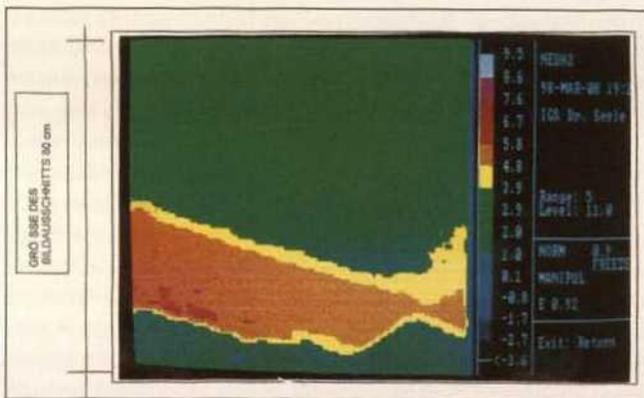


Abb. 14a. Infrarotaufnahme: Visualisierung der geringen flächigen Heizleistung und des örtlich stark erhöhten Wärmedurchgangs bei einem ungedämmt eingebauten Heizrohr (Außenseite).

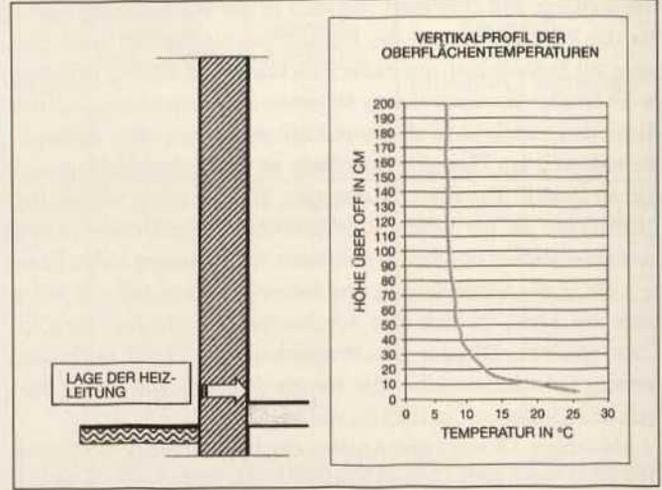


Abb. 15a-b. Graphische Darstellung der gemessenen Wärmeverteilung bei einem ungedämmt eingebauten Heizrohr: Schema (a) und Vertikalprofil der Oberflächentemperaturen (b).

Um diesen selbstverständlichen, von den Anbietern aber stets geleugneten Effekt einer ausschließlich sehr schmalen Wärmeabgabe auch qualitativ benennen zu können, wurden für eine Messung Wärmefühler in die Wand einer Kirche installiert,⁶ deren Ergebnis Abbildung 15 dokumentiert, in der die Messwerte grafisch dargestellt sind: Direkt am Rohr – circa 5 cm über Oberkante Fußboden (OFF) – zeigt die Wandoberfläche eine Temperatur von 25°C, die bis in 30 cm Höhe bereits auf 10°C zurückgeht (Abb. 15).

Dies bedeutet für dieses Heizsystem, dass kleine Räume bis zu etwa 16 m² durchaus beheizt werden können, was im übrigen auch der ersten Anwendung vor etwa 25 Jahren in einem kleinen Heimatmuseum entsprach, vor allem wenn nicht die üblichen Temperaturforderungen gestellt sind und die Außentemperatur nicht über mehrere Tage unter -10°C sinkt. Dieses Heizsystem versagt aber sofort, wenn einer dieser Faktoren nicht gegeben ist, bei Kirchen schon grundsätzlich wegen deren Größe.

Abbildung 16 zeigt den notwendigen Wärmebedarf und die tatsächliche Heizleistung dieses Heizsystems: In allen gelb markierten Anwendungsfällen wird das Versprochene deshalb bei weitem nicht erreicht (Abb. 16). Die technische Konsequenz



Abb. 14b. Infrarotaufnahme: Visualisierung der geringen flächigen Heizleistung und des örtlich stark erhöhten Wärmedurchgangs bei einem ungedämmt eingebauten Heizrohr (Innenseite).

Raum-/Gebäudetyp	Temperaturannahmen	Transmissions-Wärmeverlust	Lüftungs-Wärmeverlust	Gesamter Wärmebedarf	Wärmeleistung
Kleiner Wohnraum	-10/+20 °C	390,3 W	229,5 W	619,8 W	1.280 W
	-10/+18 °C	364,2 W	214,2 W	578,4 W	
	0/+20 °C	260,2 W	153,0 W	413,2 W	
Kleiner Versammlungsraum	-10/+20 °C	1.522,2 W	612,0 W	2.134,2 W	2.000 W
	-10/+18 °C	1.420,7 W	571,2 W	1.991,9 W	
	0/+20 °C	1.014,8 W	408,0 W	1.422,8 W	
Großer Versammlungsraum	-10/+20 °C	3.922,5 W	2.065,5 W	5.988,0 W	3.600 W
	-10/+18 °C	3.661,0 W	1.927,8 W	5.558,0 W	
	0/+20 °C	2.615,0 W	1.377,0 W	3.992,0 W	
Kleine Kirche	-10/+10 °C	25.231,0 W	5.100,0 W	30.331,0 W	4.960 W
	0/+10 °C	13.493,0 W	2.550,0 W	16.043,0 W	
Mittelgroße Kirche	-10/+10 °C	38.299,0 W	10.200,0 W	48.499,0 W	6.080 W
	0/+10 °C	20.378,0 W	5.100,0 W	25.478,0 W	
Große Kirche	-10/+10 °C	85.693,0 W	34.000,0 W	119.690,0 W	8.400 W
	0/+10 °C	45.655,0 W	17.000,0 W	62.655,0 W	

Abb. 16. Tabelle: Rechnerischer Vergleich zwischen Wärmeleistung und Wärmebedarf bei umlaufend verlegtem Heizrohr entsprechend „Temperiersystem“.

hieraus ist eine Vervielfachung der Heizleitungen, also mehrere Stränge übereinander, was den Sockel tatsächlich ausreichend gut in eine umlaufende Flächenheizung verwandeln kann, nun allerdings mit dem in vielen Baudenkmalen inakzeptablem Nachteil eines massiven Eingriffs in den Bestand, auch in die Wände, nicht nur in den Putz.

Eine sehr fundierte Aussage über die Anwendungsgrenzen – Kondensation – und die Unmöglichkeit einer ebenfalls immer wieder versprochenen Anwendung gegen aufsteigende Feuchte bietet Kilian.⁷

4.5. Warmluftheizung

Die Luftheizung kann ihre wärmende Wirkung nur auf andere Weise entfalten; sie muss die gesamte Raumschale erwärmen und mit ihr die gesamte Raumschale – und diese so, dass ihre systembedingten Nachteile möglichst gering ins Gewicht fallen. Hierzu zählt vor allem die Verteilung der Wärme durch Luft, die gleichzeitig auch Träger von Schmutzpartikeln ist. Dies heißt also, dass eine möglichst gute Warmluftheizung die Wärme bei möglichst geringer Luftbewegung im Raum verteilen muss. Dies setzt zum einen eine optimale Verteilung der Ausblasöffnungen voraus und verbietet gleichzeitig jeglichen Stoßbetrieb, da hierfür wieder eine möglichst hohe Lufttemperatur und eine ebenfalls möglichst hohe Ausblasgeschwindigkeit Voraussetzung wären. Gleichzeitig werden alle anderen Möglichkeiten der Schmutzverteilung von Bedeutung: erlauben beispielsweise die örtlichen Gegebenheiten nur eine Lage der Ausblasöffnungen im Bereich der Zugänge, so ist dies negativ für die Warmluftheizung zu werten, ebenso der tatsächlich nutzungsabhängige Gebrauch von Kerzen, die man besonders in

Wallfahrtskirchen oder aber auch in Schloss-Sälen bei „Kerzenlicht“-Konzerten findet. In beiden Fällen können entsprechende Filter den Nachteil wieder mildern, doch entspricht leider deren Beurteilung aus funktioneller Sicht keineswegs der aus praktischer. Eine Kontrolle der Wirksamkeit von Filtermatten zeigt sehr häufig, dass der mit dem Wechseln und Reinigen Beauftragte entweder zu faul oder zu unwissend ist, um die nötigen Reinigungsintervalle einzuhalten; außerdem muss die rußgeschwängerte Luft erst einmal durch den Raum fließen, um bei „Wiederverwendung“ als Umluft einen Filter zu durchströmen.

Ein grundsätzlicher Nachteil der üblichen Warmluftheizung liegt im starken Querschnitt ihrer Kanäle und damit im Eingriff in Subkonstruktionen und Vorgängerbauten. Diesen Nachteil verringert entscheidend jenes Warmluftsystem, bei dem die Wärme durch Warmwasser verteilt wird. Nun werden in Kanälen kleiner Querschnitte die notwendigen Warmluftstationen mit Warmwasserleitungen angefahren, die jeweils Wärmetauscher, Ventilator und gegebenenfalls Filter besitzen und im Boden versenkt werden (Abb. 17). Gute Systeme sind als Baukasten aufgebaut, was einen späteren Austausch einzelner Komponenten erleichtert und verbilligt.

Wird die möglichst gleichmäßige Erwärmung der Raumschale zur Verminderung der Verschmutzung oder zumindest zur Vermeidung der optisch auffallenderen ungleichen Verschmutzung als ein Hauptargument beurteilt, bietet allein die Warmluftheizung diesen Vorteil. Dieser Vorteil kann jedoch nicht nur, wie schon in zwei Beispielen beschrieben, durch Besonderheiten verringert, ja sogar ins Gegenteil verkehrt werden, er ist auch wiederum nach den baulichen Gegebenheiten, hier vor allem der Kubatur des Raumes, zu beurteilen. Dieser Vorteil wird umso stärker wirken, je größer der Raum ist oder aber auch wieder korrekter, je ungünstiger für ein Fußbodenheizungssystem das schon genannte Verhältnis von Heizfläche zu Hüllfläche beziehungsweise Kubatur ist.

Da es mit Sicherheit teurer ist, die gesamte Raumschale ständig zu temperieren, statt nur während weniger Stunden die Gläubigen durch eine Bankheizung zu erwärmen, spielt auch wieder die Nutzungsfrequenz eine entscheidende Rolle. Neben der Größe des Raumes gehört zur Beurteilung eben auch wieder die Häufigkeit an Gottesdiensten, Hochzeiten, Konzerten, Sitzungen und ähnlichem. Zumindest für Kirchen gilt etwas verallgemeinernd, dass die großen Bauten einer Gemeinde meist auch wesentlich stärker genutzt werden, doch ist dies



Abb. 17. Einbau einer im Boden versenkten Wärmestation: nach Abschluss der Bauarbeiten bleibt nur noch die Gitterfläche mit etwa einem Drittel der Gerätegrundfläche sichtbar.

⁵ Ralf KILIAN, Die Wandtemperierung in der Renatuskapelle in Lustheim: Auswirkungen auf das Raumklima, München 2004; Claus ARENDT, G. HAUSLADEN, Thermische Bausanierung: Vom Sinn und Unsinn einer amtlichen Empfehlung zur Beheizung und Trockenlegung von Gebäuden, Haustechnische Rundschau 2, Februar 1992.

⁶ Claus ARENDT, Modernisierung alter Häuser, München 2003.

⁷ KILIAN (Anm. 5), 2004.

eben auch nur eines von mehreren Argumenten, so dass doch nur wieder von Fall zu Fall entschieden werden kann.

Der *konventionellen Warmluftheizung mit Luftkanälen* wird oft nachgesagt, durch stärkere Staubaufwirbelung eine Verschmutzung zu bedingen, doch hängt dies auch hier nicht ab vom System, sondern allein von der Ausblastemperatur und der Ausblasgeschwindigkeit. Es werden deshalb genügend Auslässe, davon meist einer im Chor, und wenigstens einer für Rückluft nötig. Die äußeren Kanaldurchmesser betragen überschlägig: für den Hauptkanal 1,6 m², für die Nebkanäle 1,0 m², wobei zumindest im Chor manchmal auch nochmals aufgeteilt werden sollte. Eine regelungsabhängige Steuerung der Warmluftspende der einzelnen Auslässe ist zwar möglich, aber nicht nötig und deshalb vom Aufwand her nicht gerechtfertigt.

Da mit Luft und nicht mit Warmwasser gefahren wird, kann das gesamte Kanalnetz wie auch der Ventilator ebenso für den sommerlichen Lüftungsbetrieb genutzt werden, sodass die Mehrkosten für diese funktionale Erweiterung kaum ins Gewicht fallen.

Statt mit Warmluft wird bei der *Warmluftheizung mit Wärmestationen* die Heizenergie mit Warmwasser transportiert und erst am Ort der Luftauslässe über Wärmetauscher in Warmluft umgewandelt, wozu einzelne Wärmestationen installiert werden, die jeweils zum Wärmetauscher unter anderem auch Filter und Ventilator beinhalten. Da Wasser ein Vielfaches an Energie transportieren kann wie Luft, verringert sich der Kanalquerschnitt erheblich: einschließlich Ummantelung und schützendem Kanal beträgt der Querschnitt nur noch etwa 0,1 m². Dies erleichtert auch das Anfahren und die Verteilung der einzelnen Wärmestationen, was im übrigen bei schützenswertem Bodenbelag auch von außen her durch mehrere Meter lange Bohrungen geschehen kann. Die Größe solcher Wärmestationen ist abhängig von der Leistung und damit ihrer Zahl, auch differieren hier die angebotenen Systeme stark; im Mittel kann mit einem baulichen Eingriff von 180/120/120 cm gerechnet werden; für Sonderfälle gibt es auch liegende Geräte mit deutlich verringerter Einbauhöhe.

Da mit Warmwasser gefahren wird, ist eine Regelung der Wärmeabgabe sowohl über diese Vorlauftemperatur möglich wie auch über die Ventilatorleistung, sodass Wärmestationen auch einzeln regelbar sind, ein Vorzug, der zum Beispiel in vielgestaltigen spätbarocken Kirchen zum Tragen kommt.

4.6. Zusammenfassung

Es wurde hoffentlich deutlich, dass es nicht "das beste Heizsystem" gibt, obwohl – wieder statistisch gesehen – durchaus eine Brauchbarkeits-Reihenfolge aufgestellt werden könnte, die aber niemandem im konkreten Fall nützt. Es wird zwingend nötig, die im einzelnen aufgezeigten Faktoren für jedes Baudenkmal neu zu gewichten und vor allem auch die für das jeweilige Objekt notwendige Regelung zu beachten; in seltenen Fällen wird auch die Möglichkeit mit oder über die Heizung zu lüften, ausschlaggebend sein.

Abbildung 18 zeigt, dass mancher Vorzug in einem Bereich zwangsläufig mit einem Nachteil im anderen verbunden ist, dass also kein Heizungssystem alle Kriterien gleichgut oder wenigstens ausreichend gut befriedigen kann (Abb.18). Außerdem verlangt auch das Lesen einer solchen tabellarischen Auf-

Heizungsart Kriterium	Einzelheizung	Bankheizung			Flächenheizung		Warmluftheizung	
		el. konv.	el. dkl.	WW	WW Fb	WW Wand	konv.	Station
Volumen: Kapelle	x	x	xx	xx	xxx	xx	()	()
Volumen: Kirche	o	o	x	xx	xx	x	x	x
Volumen: Dom	o	o	(x)	x	x	o	xx	xxx
Nutzungsichte ↑	o	o	x	xx	xx	x	xx	xx
Nutzungsichte ↓	x	x	x	xx	x	x	x	x
Heizweise: stationär	o	o	o	x	x	x	xx	xxx
Heizweise: instationär	x	x	xx	xx			(xx)	(xxx)
Denkmalschutz: (Einbau) Ausstattung	xxx	xx	xx	xx	x	x	xx	xx
Denkmalschutz: (Einbau) Raumschale: Fb	xxx	x	x	x	o	xx	x	xx
Denkmalschutz: (Einbau) Raumschale: Wd	x	xx	xx	xx	xx	o	xxx	xxx
Denkmalschutz: (Betrieb) Raumschale: Fb	xxx	xx	xx	xx	x	xxx	xxx	xxx
Denkmalschutz: (Betrieb) Raumschale: Wd	o	x	x	xx	x	x	xxx	xxx
Denkmalschutz: (Betrieb) Raumschale: De	x	o	o	x	xx	xx	xxx	xxx
Kondensatschutz: Wand/Boden	o	o	o	x	xx	xxx	x	x
Kondensatschutz: Decke	o	o	o	xx	xx	x	xxx	xxx
Temperaturen: Raum	o	o	o	x	x	x	xxx	xxx
Temperaturen: Nutzer	(x)	xx	xx	xxx	xx	(x)	xx	xx
Temperaturen: gezielt	xxx	xx	xx	x	o	(xx)	o	x
Kosten: Einbau	xxx	xx	xx	x	x	xxx	x	o
Kosten: Betrieb	xx	xxx	xxx	xx	x	xx	x	x
systembedingter Wärmeverlust	()	()	()	()	x	xxx	x	o

o = unbefriedigend, schlecht, abzulehnen
 x = schwach, bedingt geeignet, ungünstig
 xx = mittel, geeignet
 xxx = stark, gut geeignet, günstig
 () = nicht zutreffend, oder fast nie zutreffend

Abb. 18. Kriterien zur Auswahl einer Kirchenheizung, Tabelle zur Entscheidungsfrage: deutlich wird, dass nur eine objektbezogene Kriterienauswertung sinnvoll ist.

listung die objektbezogene Brille: wenn beispielsweise die Warmwasserfußbodenheizung für einen kleinen Kirchenraum als gute Möglichkeit genannt wird, ist vorausgesetzt, dass die gesamte Bodenfläche für eine Installation zur Verfügung steht; wird die konventionelle Warmluftheizung auch unter dem Denkmalpflege-Gesichtspunkt einer Schonung der Wandflächen gut bewertet, muss die Verteilung der Warmluftauslässe deutlich gleichmäßiger projiziert werden als dies bei fast allen alten Systemen dieser Art zu finden ist.

Abbildung 19 mag hilfreich dafür sein, welche in Abbildung 18 genannten Kriterien man auf dieses eine betrachtete Objekt anwenden möchte (Abb.19).

Schäden und Klagen	„Kondensat“ Schwammbefall Algen und Schimmel in Boden-Wand-Ecke in Leibungen am Gewölbe an Fassungen starke oder ungleiche Verschmutzung Salzausblühungen Zugerscheinungen Orgelstimmung
Kosten	niedrige Erstellungskosten niedrige Energiekosten niedrige Wartungskosten
„Behaglichkeit“	für Kirchenbesucher für Aktive
Verträglichkeit	für Raumschale für Ausstattung

5. Heizweise

Die durchschnittlich „ideale“ Heizweise versucht also weniger eine gleiche Raumlufttemperatur als eine möglichst wenig schwankende Raumluftfeuchte zu gewährleisten, wobei Schwankungen im Tages- oder Wochenverlauf selbstverständlich wesentlich gefährlicher sind wie jene zwangsläufigen im Jahresverlauf.

Die *Regelfähigkeit* der Heizungsanlage ist deshalb ein weiteres und wichtiges Argument. Selbst die beste Fußbodenheizung – wie auch jede andere Flächenheizung mit stärkerer Überdeckung – unterliegt hier durch die Masse der deckenden Konstruktion *weit* der Warmluftheizung, wobei allerdings wiederum einschränkend zu sagen ist, dass die Bedeutung der Regelfähigkeit wiederum nicht nur nach technischen oder bauphysikalischen Gesichtspunkten allgemein beurteilt werden darf, sondern auch nach den örtlichen Gegebenheiten; zwei extreme Beispiele können dies verdeutlichen:

- Ein barocker Theatersaal, ringsum von Bühne, Bühnenanlage und Gängen, Garderoben, dem Foyer umgeben, ist weitgehend abgekoppelt von der Außenwitterung. Die zusätzliche Wärme- und Feuchtebelastung durch die Zuschauer liegt spielplanmäßig fest; eine Regelung kann vergleichsweise einfach diese kalkulierbaren Einflüsse berücksichtigen; (Beispiel: Erlanger Theater).
- Anders ist dies in einem Schloss-Saal, oder in einer Rokokokirche, die beidseitig, noch dazu in einer Bleiverglasung, also einfach, verglast sind: Jedes Hervorbrechen der Sonne aus den Wolken, jeder Wind stört die Wärmebilanz im Inneren, ebenso wie die Touristenströme, deren Umfang auch witterungsabhängig ist, so dass die Heizung – so sie denn tatsächlich nötig sein wird – möglichst umgehend darauf zu reagieren hat.

Auch bei den Luftheizungen gibt es in der Regelfähigkeit bedeutsame Unterschiede. Die konventionellen Luftheizungssysteme, die aus Kostengründen auch heute noch angeboten werden, kennen häufig nur eine Stop-and-go-Regelung; das heißt, der Raumthermostat schaltet den Ventilator ein und aus, so dass der Temperaturverlauf im Raum als wellenförmig, wenn auch mit sehr geringer Amplitude, bezeichnet werden kann. Bessere Luftheizungssysteme kennen bereits einen mehrstufig arbeitenden Ventilator, doch bleibt in der Regel die Ausblasttemperatur konstant oder wird günstigstenfalls in wenigen Stufen abhängig von der Außentemperatur gefahren, was allerdings vielfach völlig ausreichend ist.

Eine große Verbesserung brachte hier jenes Warmluftsystem, bei dem die Energie als Warmwasser zu den einzelnen Wärmestationen transportiert wird, bekannter unter dem Firmennamen »»Mahr-Calor-System««. Es ist jedoch korrekter, hier nicht eine Firmenbezeichnung zu gebrauchen, sondern von Warmluftstationen zu sprechen, da es inzwischen mehrere Anbieter dieses warmwassergestützten Luftheizsystems gibt. Der Denkmalpflege – wie auch anderen Entscheidungsträgern – wird allerdings dringend empfohlen, sowohl die Materialqualität, die Funktionsweise, die Reparaturfreundlichkeit und die Regelfähigkeit zu vergleichen, als auch die teilweise stark differieren-

den Kosten der baulichen Maßnahmen, welche bei den einzelnen Wärmestationen-Systemen durch äußerst unterschiedliche Einbaugrößen erzwungen werden.

Bei dieser Art der Warmluftheizung kann nun nicht nur die Brauchwassertemperatur gleitend gefahren werden, sondern von Wärmestation zu Wärmestation lässt sich – nicht bei allen Systemen – auch nochmals der Ventilatorlauf regulieren. Im Gegensatz zu allen herkömmlichen Warmluftsystemen ist es nun auch möglich, die Wärmeabgabe je Auslass regelungstechnisch zu steuern, ein Vorteil, der allerdings sehr oft überschätzt wird. Während die absolute Luftfeuchte selbst in einem gegliederten Kirchenraum als überall annähernd gleich vorgefunden werden wird, kann es doch entscheidende Temperaturunterschiede und damit Unterschiede in der relativen Raumluftfeuchte geben. Diese können unerwünscht oder erwünscht sein; das System der dezentralen Warmluftstationen erlaubt das gezielte Eingehen auf spezielle Wünsche.

Alle im heizungstechnischen Teil beschriebenen Vor- und Nachteile werden direkt oder indirekt also von der relativen Luftfeuchtigkeit abgeleitet. Die Heizung trägt nicht die abschließliche Schuld an deren Absenkung, aber jedes *kontinuierliche* Beheizen, und auch nur ein Temperieren, drückt die relative Luftfeuchte auf Dauer nach unten. Die Zustimmung zu einem Heizungs- oder Temperierungssystem ist also gleichzeitig stets die, wenn auch unausgesprochene, *Erlaubnis zum Absenken der bisherigen durchschnittlichen relativen Luftfeuchtigkeit*. In der logischen Konsequenz müssen deshalb alle Maßnahmen vermieden werden, die ein zusätzliches Absenken dieser Raumluftfeuchte bewirken, falls dies nicht aus Kondensationsgründen erwünscht ist.

Dieser bauphysikalische Zwang erlaubt also bereits im Vorfeld der Entscheidungen die Sinnfälligkeit eines Heizsystems zu hinterfragen beziehungsweise Forderungen an den Heizbetrieb zu stellen. Im Speyerer Dom trägt der Obergaden einen bedeutenden Freskenzyklus des Historismus; schon als eine Beheizung des Doms erst angedacht wurde, konnte dem Dombauamt mitgeteilt werden, welche raumklimatischen Randbedingungen einzuhalten sein werden und welche Heizweise anzustreben ist. Auch für den Speyerer Dom war also die Entscheidung für ein Heizsystem „unwichtiger“ als die das Raumklima prägende Heizweise.

Eine der Hauptursachen hierzu wurde bisher von Denkmalpfleger- und Restauratorensseite geflissentlich, meist mit Nachdruck, übersehen: der „hohe“ Luftwechsel in Kirchen und Sälen. Ein Schloss, ein Rathaus, eine Kirche lassen sich strömungstechnisch in vielen Fällen wie eine Staumauer beurteilen. Durch den großen Baukörper, häufig solitär stehend oder in wesentlich niedrigerer Umgebung, entstehen stärkere Druckunterschiede in Luv und Lee als sonst im bebauten Bereich üblich. Zudem sind Fenster in historischen Bauten dieser Art im Regelfall einfach verglast und dazu noch häufig als Bleiverglasung ausgeführt, die nochmals eine höhere Fugendurchlässigkeit als das in Sprossen verkittete Fenster aufweist. Dies alles kann eine höhere Fugendurchlässigkeit bewirken, aber niemals den so selbstverständlich und ständig behaupteten hohen Luftwechsel, denn dieser wird auf die Kubatur des zu belüftenden Raums bezogen: In einem Ratssaal von 1200 m³, oder in einer mittleren Kirche von 3500 m³ würde es pfeifen und jaulen, wenn durch die Fugen bei dem üblicherweise behaupteten aber niemals gemessenen „mindestens 1-fachen Luftwechsel“ diese Luftmenge pro Stunde gepresst würde.

Abb. 19. Kriterien zur Auswahl einer Kirchenheizung. Tabelle zu den Prämissen: da sich Prämissen gegenseitig ausschließen, bedingen oder beeinflussen können, ist hier die einvernehmliche Vorentscheidung besonders wichtig.

Aber auch ein geringerer Luftwechsel kann eine große Wirkung zeigen: Je kälter die Außentemperatur ist, desto niedriger liegt auch deren Wassergehalt, also ihre absolute Luftfeuchtigkeit. Das heißt, dass alles, was an Luftfeuchtigkeit in der Kirche durch Verdunstung aus Fußboden und Mauerwerk, durch Pflanzen und auch durch Reinigung gewonnen wird, vor allem aber in Zeiten der Nutzung entsteht, wieder durch undichte Fenster und Türen „hinausgeblasen“ wird.

Leider ist dies noch nicht alles, denn auf zusätzliche Weise sorgt das Einfachfenster für die Abtrocknung der Raumluft: es ist eine hochwirksame Kondensationsfläche. Dies heißt, jeder Wassertropfen, der innenseitig im Winter an der Einfachverglasung abläuft, ist der vielleicht ohnehin schon zu trockenen Raumluft entzogen – und dies funktioniert um so besser, je höher bei niedrigerer Außenluft geheizt wird; beides sind die schädlichsten Voraussetzungen für eine zu niedrige relative Raumluftfeuchte.

Auch hierzu ein konkretes Beispiele: Die Oberelchinger Klosterkirche, ein bedeutender Barockbau, zeigte nach Heizungseinbau schwerste Schäden an der renovierten Ausstattung: Der Schuldige war wieder einmal rasch entdeckt: die Heizung. Tatsächlich stellte sich im Winter eine katastrophale Absenkung der Raumluftfeuchte auf bis zu 28% relativer Feuchte ein. In der Praxis führte allerdings wieder eine Summe von Fehlern zu diesem Schaden. Die Restaurierungsarbeiten wurden trotz intensivster Warnung ausgerechnet zu einer Zeit durchgeführt, da der Raum durch bauliche Sanierungsmaßnahmen – vor allem das Einbringen vieler Kubikmeter Beton zur statischen Sanierung!! – eine ungewöhnlich hohe Luftfeuchte aufwies, die nach Abschluss der baulichen Maßnahmen rasch zusammenbrach; dieser Anteil der schadensfördernden Abtrocknung auf das normale Niveau wäre leicht vermeidbar gewesen. Schadensauslösend ist dort aber ein extrem hoher Luftwechsel, bedingt durch den hohen Fensterflächenanteil der barocken Kirche und ihren exponierten Standort – und verblüffend hoch unterstützt durch eine zusätzliche und äußerst seltene „Anlage“ zur Erhöhung des Luftwechsels: hinter dem Altar führt eine große Öffnung im Chor direkt in den Turm, der auf diese Weise wie ein überdimensionierter Kaminzug wirkt. Die ungewöhnlich lang anhaltende extrem niedrige Außenluftfeuchte in der Kälteperiode Januar/Februar 1991 brachte also zwangsläufig auch die Raumluftfeuchte zum Absturz, obwohl eine gute Regelung die Heizung rechtzeitig abschaltete.

Damit ist eine weit unter Wert beurteilte Möglichkeit der schadensmindernden Regelung angesprochen, die zwar schon seit langem durch Bastelei möglich war, seit Jahren aber durch kompakte Regelgeräte angeboten wird. Der Raumtemperaturregelung ist eine Raumluftfeuchteregelelung vorgeschaltet. Wird hier ein Grenzwert – beispielsweise 45%, – unterschritten, fährt die Heizung zurück, obwohl die regelungstechnisch vorgegebene Raumlufttemperatur nicht erreicht ist. Diese automatische, die Ausstattung durch Aufrechterhaltung einer sinnvollen Mindestraumluftfeuchte schützende Temperaturabsenkung wird allerdings nur bis zu einem vertretbaren Temperaturminimum geführt. Damit diese äußerst zweckmäßige Regelungserweiterung aber nicht ihren Sinn verliert, muss diese Mindesttemperatur tatsächlich „minimal“ sein: 4–6°C. Der oder die Feuchtefühler können dort installiert werden, wo dieser Schutz am nötigsten erscheint. Freilich heißt dies, dass damit bei extrem niedrigen und trockenen Außenluftwerten die Heizung nicht anspringt, doch wird dies nur selten und in manchen Wintern gar nicht eintreten.

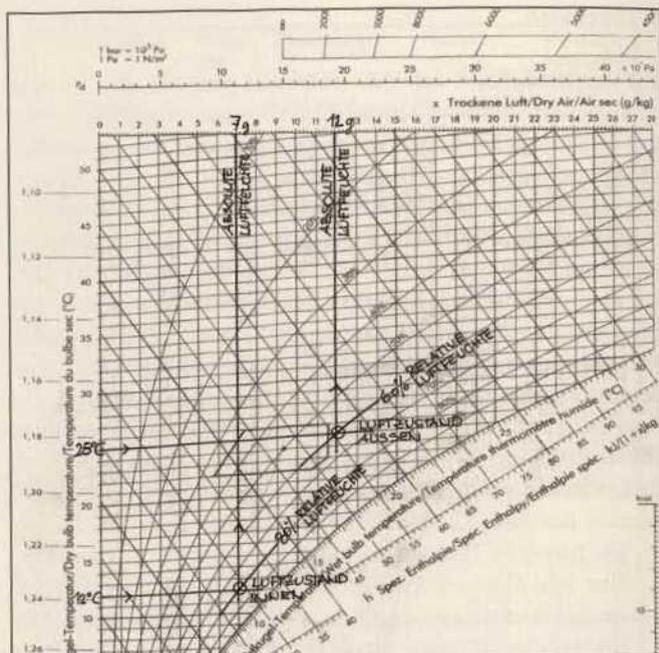


Abb. 20. Graphische Darstellung des äußerst wichtigen Unterschieds zwischen absoluter und relativer Luftfeuchte.

Als weiterer Vorzug kann durch diese Regelung „automatisch“ der große Vorzug jeder Beheizung genutzt werden: Schutz vor Kondensation. Steigt die Raumluftfeuchte über einen wieder vorgeschriebenen Wert, springt die Heizung an und hebt die Raumlufttemperatur so weit, dass die Luftfeuchte im schadensfreien Bereich gehalten wird, eine gute Lösung zwar, doch verliert sie zum Sommer hin immer mehr ihren Sinn.

Nochmals sieht sich also gerade der verantwortungsbewusste Denkmalpfleger dem Dilemma gegenüber, zwischen zwei Übeln zu wählen: Wird der Raum beheizt, müsste er zum besseren Erhalt der winterlichen Raumluftfeuchte eine Doppelverglasung und andere Maßnahmen zur Verringerung des Luftwechsels verlangen, darf diese aber in den meisten Fällen aus denkmalpflegerischen Gründen gar nicht in Erwägung ziehen. Es wird hier insofern ein Umdenken notwendig, als der Verantwortliche in vollem Wissen um die Schädlichkeit beider Lösungen, wiederum von Fall zu Fall unterschiedlich, nach kenntnisreicher Abwägung das geringere Übel wählen muss. Es ist dabei durchaus denkbar, dass aus dem tatsächlichen Zwang, bei Zustimmung zu einer Heizung eine Doppelverglasung und Windfänge anordnen zu müssen, um die Ausstattung zu retten, das eigentliche Heizungsprojekt abgelehnt werden wird.

6. Lüftung, Entfeuchtung

Es wurde begründet, weshalb die Beeinflussung der sommerlichen Raumluftfeuchte eine so wirksame Hilfe gegen die heizungsbedingte Abtrocknung im Winterhalbjahr sein kann; eine gefährliche Differenz im Luftfeuchteverlauf, verursacht durch wechselndes Beheizen, wird nämlich auch dadurch entschärft, dass die frühsummerlichen bis sommerlichen Luftfeuchtegipfel gekappt werden, statt das winterliche Tal aufzufüllen. Um zu erkennen, wie zweckmäßig eine derartige Maßnahme ist, wie positiv also ihr Kosten-Nutzen-Verhältnis zu beurteilen ist, muss erst einmal das sommerliche Raumklima bekannt sein.

Ein Belüften und/oder Entfeuchten kann aber noch aus weiterem Grund bedeutsam sein: Geschildert wurde die Kondensationsbereitschaft solch großer Räume im Übergang vom unbeheizten, die Kälte speichernden Winterzustand zum Frühjahr, wo – abhängig vom Standort – schon im Laufe des Februars feuchte Außenluft eingetragen werden kann. Selbstverständlich verringert sich diese zwingende Schadensursache gewaltig, wenn durch eine Beheizung die Temperaturen der Raumschale angehoben sind, oder aber – bei örtlich begrenzter Kondensation – Fußboden-Wand-Ecken, Fensterleibungen, Konchen, Wandnischen und andere vergleichbare Bereiche; im Regelfall genügen hier bereits einige Kelvin. In besonders extremen Fällen ist das Beheizen, das sein Ende üblicherweise irgendwann gegen Ende April, Anfang Mai findet, aber nicht ausreichend, den klimatisch bedingten Feuchteanfall nachhaltig auszugleichen. Gründe hierfür können sein:

- geringe Wärmespeicherkapazität der Raumschale – zum Beispiel Fachwerk, dünne Natursteinwände;
- extreme Wärmespeicherkapazität bei geringer Sorptionsleistung der Raumschale – zum Beispiel unverputzte, dicke Granitmauern;
- extreme Lage – sehr hoch, lange beschattet, sehr dicht baumumstanden, Küstennähe;
- fehlende, oder nur niedrige stationäre Beheizung ohne winterliche Nutzung;
- starke winterliche bis fröhsommerliche Nutzung mit relativ hohen Raumlufttemperaturen – zum Beispiel Konzerte

Die „eleganteste“, vielfach auch preiswerteste Lösung liegt im gezielten Luftwechsel, nach Norm: „Zwangsluftwechsel“. „Gezielt“ heißt, dass äußere und innere absolute Luftfeuchte miteinander verglichen werden; liegt die äußere unter der inneren, wird ein elektrischer Kontakt geschaltet. Die Sinnfälligkeit und den hier so entscheidenden Unterschied zwischen „absoluter“ und „relativer“ Luftfeuchte zeigt nochmals Abbildung 20, in der die äußere *relative* Luftfeuchte (60%) weit unter der inneren (90%) liegt und dennoch bei Belüften der Raum einen außerordentlich hohen Feuchtegewinn ertragen muss, denn die *absolute* Raumluftfeuchte beträgt nur 8 g/m^3 , während die warme Außenluft circa $14,3 \text{ g/m}^3$ trägt; die Differenz belastet als Feuchtegewinn den Raum (Abb. 20).

Wie deutlich sich das hier theoretisch Behauptete auch in der Praxis findet, zeigt der Ausschnitt einer Klimamessung in einer größeren Kapelle im Rott-Tal, „Siebenschläferkapelle“. Innen und außen ist der Verlauf der jeweils absoluten und relativen Luftfeuchte entgegengesetzt (Abb. 21).

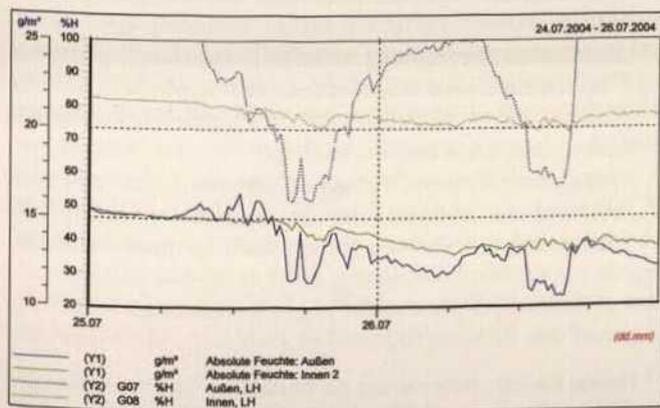


Abb. 21. Nachweis aus der Praxis anhand eines Messprotokolls der unterschiedlichen Verläufe von relativer und absoluter Luftfeuchte.

Für diese zusätzliche Lösung wird eine Messergänzung in der Regeltechnik nötig: je ein Luftfeuchte- und Lufttemperaturfühler innen und außen einschließlich Minirechner: circa 3.200,- € ohne Installation.

Diese Schaltung kann nun Verschiedenes in Gang setzen:

- An geeigneter Stelle zeigt ein grünes Licht an, dass Türen und Fenster weit geöffnet, ein rotes, dass sie alle geschlossen bleiben sollten. Der Hauptnachteil dieser Lösung liegt darin, dass selbst ein pflichtbewusster Mesner nicht 24 Stunden die Lämpchen beachten wird, der erwünschte Lüftungszustand sich aber auf den gesamten Tagesverlauf verteilen kann.
- Es werden Stellmotore geschaltet, die Fenster, Türen, Klappen bedienen. Diese automatisierte Lösung vermeidet zwar die Bedienungsabhängigkeit, doch hängt die Wirkung dieser freien Lüftung außergewöhnlich stark von den außerklimatischen Bedingungen ab: Wind, Besonnung. Solche Stellmotore können vereisen; zudem müsste eine Vogel-sicherung und möglichst auch eine Sturmsicherung eingebaut werden; zumindest diese bedarf wieder der Beobachtung und Wartung.
- Es werden Ventilatoren geschaltet, die häufig im Dachraum installierbar sind, aber auch in anderen Bereichen der Raumschale „unsichtbar“ eingebaut werden können (Beispiel: Andechser Klosterkirche). Nun ist der Luftwechsel definiert; er wird je Ventilator begrenzt durch dessen Leistung, die wiederum einen engen Rahmen durch das Ventilatorgeräusch finden kann. Hier gibt es eine ebenso simple wie preiswerte Lösung. Zentral, in der Regel von der Sakristei aus, kann der Ventilator per Zeitknopf für eine vorgegebene Spanne – beispielsweise 90 Minuten – aus, oder auf „Flüsterstufe“ geschaltet werden; danach springt er wieder automatisch an.
- Die mit Abstand beste, häufig preiswerteste und auch völlig „unsichtbare“ Lösung bietet die konventionelle Luftheizung: Sie verfügt über ein ausreichend dimensioniertes Luftkanalnetz und vor allem auch über eine Luftansaugung. Mit nur geringen technischen Ergänzungen kann sie fast immer – gesteuert wie beschrieben – den Luftwechsel übernehmen, auch ist es zudem denkbar, in den Kanal eine Luftentfeuchtung zu integrieren, was die Anwendung spürbar erweitert. Wählt man ein Luftheizsystem mit Wärmestationen, kann eine solche Station zwar ebenfalls umgebaut werden, was zusätzlich schon ein größeres Gehäuse verlangt, doch liegt der Hauptnachteil darin, dass bestenfalls ein Rohr mit Durchmesser 25 cm an jede Wärmestation angeschlossen werden kann, was ungefähr ein Fünfundzwanzigstel des konventionellen Frischluftkanalquerschnitts beträgt.

Der Erfolg einer solchen Lösung über Lüftung kann nicht pauschal genannt werden: im Gebirge sind die Voraussetzungen günstiger als an der See oder im Rheintal, in der städtischen Pfarrkirche anders als für die freistehende Wallfahrtskirche.

Sind diese Voraussetzungen ungünstig, was vergleichsweise selten ist, oder reichen sie nicht aus, was man öfters finden wird, kann auch maschinell entfeuchtet werden. Diese Luftentfeuchter stellen vor allem formal ein Problem dar, da sie vergleichsweise groß und deshalb schlecht zu verbergen sind, auch muss das durch ihr Funktionsprinzip gewonnene Wasser abgeleitet werden. Eine eimerweise Entleerung ist im Privatbereich und einigen wenigen Räumen denkbar, nicht aber in einem großen Saal, oder gar einer Kirche. Der Aufstellungsort muss also gewährleisten,

LUFT INNEN	LUFTTEMPERATUR AUSSEN								
	-10°C	-5°C	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
-5°C	77%	50%	33%	24%	17%	13%			
0°C		75%	50%	36%	26%	19%	14%		
5°C			70%	50%	36%	27%	20%	15%	
10°C				69%	50%	37%	27%	20%	15%
15°C					68%	50%	37%	28%	21%
20°C						68%	50%	38%	29%

Abb. 22a. Tabelle zu Lüftungsempfehlungen 1, relative Feuchte innen bei 50%: Markierung der maximalen relativen Feuchte der Außenluft (36%), bei der in Abhängigkeit von den Lufttemperaturen außen (hier: 10°C) und innen (hier: 5°C) eine Lüftung schadfrei möglich ist.

dass ein Wasserablauf über Gefälle – *nicht mittels Pumpe* – möglich ist, wobei dieses Tropfwasser auch tatsächlich frei abtropfen, oder in eine Regenwasserfalleitung eingeführt werden sollte. Die immer wieder angeführte Gefahr des Vereisens außen und damit Überschwemmens innen zeugt nur von Denkfaulheit: im Winter versucht man jeden Tropfen „Luftfeuchte“ zu halten; kein Luftentfeuchter wird zur Frostzeit laufen!

Wie außerordentlich problematisch es selbst für einen einsichtigen Mesner, Kustos, Museumswärter ist, durch „richtiges“ Lüften ein schadensfreies Raumklima zu unterstützen, zeigt die folgende Empfehlung, die von mir auf Wunsch einiger Kirchenbauämter zusammengestellt wurde (Abb. 22). Tatsächlich wird auf Dauer nur eine der oben genannten Möglichkeiten zum Erfolg führen. Ich lege aus sehr langer Erfahrung dringend nahe, diese Sommerproblematik bei der Beurteilung einer Beheizung nicht zu übersehen.

7. Regelung

Eine „gute“ Regelung wird über die Raumlufttemperaturen geführt, berücksichtigt aber vorrangig die Raumluftfeuchte.⁸ Mehr der Bequemlichkeit als der Sicherheit dient ein Wochenprogramm, das, obwohl es inzwischen vorgeschrieben ist, nur dann sinnvoll wird, wenn die Gottesdienstordnung tatsächlich häufigere und zu gleicher Zeit wiederkehrende Aktivitäten enthält.

So enthält eine empfehlenswerte Regelung die folgenden Funktionen, wobei die angegebenen Werte nicht als absolut betrachtet werden dürfen, sondern sich von Objekt zu Objekt ändern können. Beispielhaft wurde hier eine mittelgroße Kirche vorausgesetzt, die bisher keine Heizung besaß, weshalb sich über ein bis zwei Heizperioden noch ein Nachregeln ergibt.

- *Temperaturerfassung* durch Raumthermostate; für die stationäre Beheizung sollten 5–6°C vorgegeben werden; 8°C sind auf keinen Fall zu überschreiten, dies nicht nur aus Kostengründen, sondern weil dadurch der Luftfeuchteabfall nochmals um etwa 7 Prozentpunkte verstärkt würde.

Als Raumlufttemperatur für die instationäre Beheizung zu den Gottesdiensten werden für diese gedachte Kirche nur 10°C und nicht 12°C empfohlen. Der Grund liegt in der vergleichsweise dichten Nutzung, durch die Dank der zusätzlichen Wärmeabgabe der Kirchenbesucher sich ohnehin etwas höhere Gottesdiensttemperaturen einstellen werden und in manchen Winterwochen der Temperaturabfall zwischen den einzelnen Nutzungszeiten die sechsgradige Grundtemperatur nicht erreichen wird.

- *Luftfeuchteerfassung*, vorrangig vor der Temperaturerfassung: Die folgenden Regelwerte sind als Eckdaten für

LUFT INNEN	LUFTTEMPERATUR AUSSEN								
	-10°C	-5°C	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
-5°C	93%	60%	39%	27%	19%	14%			
0°C		91%	60%	42%	29%	21%	15%		
5°C			85%	60%	42%	30%	22%	16%	
10°C				84%	60%	43%	31%	23%	17%
15°C					83%	60%	43%	32%	24%
20°C						82%	60%	44%	33%

Abb. 22b. Tabelle zu Lüftungsempfehlungen 2, relative Feuchte innen bei 60%: Weichen die gemessenen Klimawerte von den Tabellenwerten ab, so kann der jeweilige Näherungswert verwendet werden.

das erste Heizjahr zu verstehen, da erst in dieser Zeit die zwangsläufige Raumklimaumstellung vom bisher unbeheizten in den künftig beheizten Zustand vonstatten geht.

Ausschaltung der Heizung auch bei Nichterreichen der Solltemperatur bei Unterschreiten von 50% relativer Feuchte; später 40–45%;

- Einschalten der Heizung auch bei Überschreiten der Solltemperatur bei Raumluftfeuchten über 70% relativer Feuchte; später über 60–65%. So kann als weiterer Vorzug durch diese Regelung „automatisch“ die große Hilfe jeder Beheizung zur Luftfeuchtebeeinflussung genutzt werden: Schutz vor Kondensation. Steigt die Raumluftfeuchte über diesen vorgeschriebenen Wert, springt die Heizung an und hebt die Raumlufttemperatur so weit, dass die Luftfeuchte im schadensfreien Bereich gehalten wird. Selbstverständlich gibt es hier eine technisch-physikalische Grenze: Niemand wird in einer Kirche mit sommerlicher Raumlufttemperatur von 20°C die Heizung anschalten, um durch Höherheizen die Luftfeuchte zu drücken. Hier hilft nur das beschriebene Lüften. Der oder die Feuchtefühler können dort installiert werden, wo dieser Schutz am nötigsten erscheint. Freilich heißt dies, dass damit bei extrem niedrigen und trockenen Außenluftwerten die Heizung nicht anspringt.
- *Streckung der Aufheiz- und Abkühlzeit* auf maximal 1 K/h; anzustreben ist eine langsamere Temperaturveränderung.
- Wenn aus praktischen Gründen erwünscht: *Wochenprogrammierung* entsprechend der Gottesdienstordnung; in den meisten Kirchen wird diese Bequemlichkeit aber durch die hohe Wärmespeicherfähigkeit ad absurdum geführt.
- *Handschtaltung per Druckknopf für Hochheizen* und anderes bei Nutzung außerhalb dieser vorgegebenen Zeiten mit *automatischer* Rückschtaltung eine halbe Stunde nach Erreichen der Maximaltemperatur auf stationären Heizbetrieb.
- *Einschalten der Lüftung* außerhalb des Heizbetriebs bei Überschreiten einer Raumluftfeuchte von 65–70% relativer Feuchte, wenn die äußere absolute Luftfeuchte unter der inneren absoluten Luftfeuchte liegt.
- *Handschtaltung per Druckknopf für den Lüftungsbetrieb* während der Heizperiode; die Regeleckwerte bleiben gleich; automatische Abschaltung nach maximal 3 Stunden.

⁸ Helmut KÜNZEL, Verbesserung der Raumklima- und Feuchteverhältnisse in historischen Gebäuden durch gesteuertes Heizen und Lüften, in: Raumklima in Museen und historischen Gebäuden, Bietigheim-Bissingen 2000.

LUFT INNEN	LUFTTEMPERATUR AUSSEN								
	-10°C	-5°C	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
-5°C		70%	46%	32%	21%	16%	12%		
0°C			70%	49%	35%	25%	18%	13%	
5°C				70%	50%	36%	26%	19%	14%
10°C					70%	50%	36%	27%	20%
15°C						70%	51%	37%	28%
20°C							70%	51%	38%

Abb. 22c. Tabelle zu Lüftungsempfehlungen 3, relative Feuchte innen bei 70%: Markierung der maximalen relativen Feuchte der Außenluft (27%), bei der in Abhängigkeit von den Lufttemperaturen außen (hier: 25°C) und innen (hier: 10°C) eine Lüftung schadfrei möglich ist.

Zur „Entschärfung“ elektrischer Bankheizsysteme liefert die österreichische Firma ASKI ein neues Steuerungssystem, das bei guten Erfahrungen in anderen Anwendungsbereichen an diese speziellen Forderungen einer Kirchenheizung angepasst ist und damit nun ermöglicht, was bisher nicht möglich war: trotz Elektroheizung ein angepasstes *stationäres* Heizen, bezogen auf vorgegebene Raumlufttemperaturen und – in sinnvollem Rahmen – regelungstechnische Absicherung im Bereich der Raumluftfeuchte. Zum besseren Verständnis eine einfache Erklärung: Eine Puls-Pausen-Steuerung schaltet einen bestimmten Anteil der Sinuskurven aus; die Leistung wird geringer, ohne dass das Gerät ständig aus- und wieder eingeschaltet werden muss.

Ich habe dieses System während seiner Erprobung in einer österreichischen Kirche messtechnisch über zwei Winter sehr kritisch begleitet, auch halfen die Ergebnisse meiner früheren einjährigen Klimamessung, den Erfolg zu quantifizieren: das Regelergebnis war – für mich! – überraschend gut. Diese neue Regelung sollte also dort sinnvoll bei vorhandenen elektrischen Bankheizsystemen eingesetzt werden, wo aus Kostengründen bis auf Weiteres nicht mit einer Auswechslung des Heizsystems gerechnet werden kann, man aber die negative Auswirkung dieser Art der Beheizung lindern möchte. In Kirchen mit geringer Nutzungsdichte – beispielsweise Filialkirchen – erlaubt diese neue Regelung auch ein bewusstes Belassen der ansonsten so schadensträchtigen elektrischen Kirchenbankheizung.

8. Fazit

Man hat sich in den vergangenen Jahren zum Teil aus Unkenntnis, zum Teil aus Angst, zum Teil leider aber auch aus Ignoranz schon lange bekannter Fakten auf einige Rahmenbedingungen geeinigt, die zumindest teilweise keineswegs begründet, in Einzelfällen sogar gefährlich sind. Diese Rahmenbedingungen können sogar heute als anerkannte Regeln der Technik bezeichnet werden, was nichts anderes bedeutet, als dass sich derjenige, der sich ihrer selbst gegen besseres Wissen bedient, in Schadensfällen rechtlich auf der sicheren Seite wähen darf. Es wird deshalb dringend notwendig, zum Schutz der anvertrauten Bausubstanz und der in ihnen enthaltenen Kunstgüter in einigen Punkten umzudenken und vor allem nicht dogmatisch je nach Standpunkt der oder jener Heizungsart pauschal den Vorzug zu

Abb. 23. Graphik: Umfang der Heizkosteneinsparung durch Absenkung der Raumtemperatur.

geben, sondern in jedem einzelnen Fall ausgehend von den besonderen Ist-Zuständen neu das für diesen Sanierungsfall optimale Heizungskonzept zu erarbeiten.

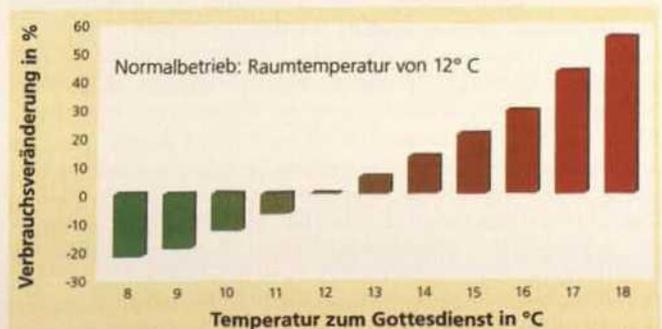
Als Ist-Zustand ist hier vor allem das Erscheinungsbild von Raumschale und Ausstattung zu nennen:

- gibt es Schäden und welche;
- was sind die Schadensursachen: mechanisch, *raumklimatisch*, *bautechnisch*, restauratorisch;
- wann wurden die letzten Restaurierungen durchgeführt;
- deckt ein Quellenstudium die Genesis dieser Schäden auf?

Zum Zweiten *kann* es notwendig werden, das Raumklima zu ermitteln, was dann allerdings nicht nur durch das Aufstellen eines Thermohygrographen geschehen darf, da die Temperaturen der Raumboflächen ebenso eine Rolle spielen wie die durch Lage und Befensterung in diesem Raum typischen Luftbewegungen. Entscheidend ist es dabei, nicht nur die winterlichen Zustände zu erfassen und zu beurteilen, sondern vor allem auch die frühjährlichen, da hier jede Heizungsanlage ein willkommenes Hilfsmittel sein kann, um jene Feuchtespitzen zu kappen, die für die Ausstattung ebenso gefährlich sind wie die gefürchteten Feuchtetäler. Im Sommer wird hierzu eine gezielte Belüftung hilfreich sein; in extremen Fällen bedarf es zusätzlicher haustechnischer Maßnahmen. Diese aufwendigen und auch zeitraubenden Untersuchungen könnten allerdings viel öfters entfallen, wenn die Hinweise beachtet werden, die uns das Erscheinungsbild schenkt.

Die Ablehnung einer Kirchenheizung kann demnach nicht automatisch begründet werden durch besondere Qualität der Ausstattung, sondern setzt zum einen auch wieder den Nachweis voraus, warum gerade in diesem Raum durch Beheizen Veränderungen entstehen, die als schadensfördernd bezeichnet werden müssten, zum anderen ist bei Schäden am Bauwerk *und* an der Ausstattung sehr genau zu prüfen, ob deren Ursachen nicht gerade durch einen verbessernden Eingriff in das Raumklima behoben, oder zumindest deutlich gemindert werden können.

Die Verantwortlichen sollten sich nicht mehr davor drücken, frühzeitig Stellung zu beziehen, ob der Schutz der Ausstattung als vorrangig bezeichnet wird oder jener der Raumschale; das eine *kann* das andere ausschließen; als guter Kompromiss kann mit anpassungsfähiger Regelung getrennt werden zwischen niedriger stationärer Beheizung und höherem instationärem Heizbetrieb zu Zeiten der Nutzung, was wiederum deren objektive Beurteilung voraussetzt: In einer Stadtpfarrkirche mit täglichen Gottesdiensten, mit Trauungen, Taufen und Beerdigungen, mit Konzerten und Lesungen, wird die theoretische Trennung von stationärer Grundheizung und nutzungsbedingter instationärer Hochtemperatur zur Farce: Als einziger Weg bleibt nur die *ri-go-*



rose Senkung der mittleren Raumlufttemperatur. Eine Überzeugungshilfe kann hier Abbildung 23⁹ geben, die verdeutlicht, dass bereits eine Absenkung um 2 Kelvin von 12°C auf 10°C eine Heizkostensparnis weit über 10% bietet (Abb. 23).

Bei Kondensatschäden – *aber ausschließlich dann!* – ist eine örtliche Temperierung der gefährdeten Stellen sinnvoll und von den Betriebskosten her dann auch gut vertretbar. Eine allein luftfeuchteabhängige Steuerung für eine solche Temperierung gibt keinen Sinn: eine brauchbare Steuerung müsste durch mehrere Fühler verschiedene Einzelwerte erfassen und automatisch auswerten, sodass die dadurch erzielbare Energieeinsparung viel zu teuer erkauft wird.

Die immer wieder geforderte Innovation von industrieller Seite soll zwar nicht abgewürgt werden, doch ist hier nicht einmal theoretisch eine entscheidende Verbesserung zu erwarten: Eine Verfeinerung der Regelung ist technisch heute schon möglich, von der Praxis her jedoch sinnlos; eine entscheidende Änderung in der Wärmeabgabe ist naturgesetzlich wie auch theoretisch nicht denkbar.

Notwendig ist die Aufklärung darüber, dass politische Profilierungssucht zwar auch winterliche Empfänge im Schloss-Saal erzwingen kann, oder die vermutlich fehlgeleitete Selbstbeurteilung eines Geistlichen, seine seelsorgerische Qualität könne sich an der durch Beheizen der Kirche erhöhten Zahl der Gläubigen messen lassen, aber damit in jedem Fall das darunter leidet, was genau jenem Politiker und jenem Geistlichen anvertraut ist, das kulturelle Erbe, das leider in keiner Weise wiederholbar ist.

Summary

Under What Conditions is the Heating of Churches Acceptable – and How Should It be Implemented?

The pros and cons of heating a church are usually discussed in terms of the possibilities offered by building services, in other words, in terms of the heating system; or sometimes the decision is anticipated in advance by prognoses about the damages that would result from a reduction in the humidity. It is already a stroke of luck if this fixation on the falling humidity is broadened by a general knowledge of building physics.

Literaturverzeichnis

- H. KORI, Die Berechnung der Kirchenheizung nach der Rietschelschen Formel, Gesundheitsingenieur 47, 1924, Nr. 21.
Axel PFEIL, Kirchenheizung und Denkmalschutz. Wärmebedarf, Feuchtehaushalt, Heizungssysteme, Wiesbaden und Berlin, 1975.
Walter BECK, Manfred KOLLER, Probleme der Heizung in historischen Bauwerken Österreichs, Restauratorenblätter Band 5, Wien 1981, S. 79–102.
Claus ARENDT, G. HAUSLADEN, Thermische Bausanierung: Vom Sinn und Unsinn einer amtlichen Empfehlung zur Beheizung und Trockenlegung von Gebäuden, Haustechnische Rundschau 2, Februar 1992.
Claus ARENDT, Raumklima in großen historischen Räumen. Heizungsart, Heizungsweise, Schadensentwicklung, Schadensverhinderung, Köln 1993.
Helmut KÜNZEL, Verbesserung der Raumklima- und Feuchteverhältnisse in historischen Gebäuden durch gesteuertes Heizen und Lüften, in:

In fact, however, an assessment of heating for large, previously unheated spaces in old buildings must be gauged by the condition of the structural system, the interior envelope and the fittings at the time the issue of heating is under discussion. If the space is already heated and damages are becoming apparent, then it is necessary to determine their genesis before, during and after the installation of the heating system and above all to examine the manner in which the heating system is employed (and here experience has shown that it is not sufficient to ask the user if he has indeed complied with the prescribed regulatory data).

It is a fact – even if an unpopular and too often repressed fact – that unheated spaces of this sort often enough show damages that could be avoided through appropriate warming in the future. This is true not only for churches in particular but also for most comparable large spaces which were previously rarely used in the winter such as halls in summer palaces, pavilions, and similar buildings.

A responsible decision for or against the installation of a heating system, and above all a decision regarding the manner of heating if a system is already installed, demands very detailed knowledge of the building physics of the existing situation as well as knowledge of earlier uses and uses which are planned for the future: An interpretation of the indoor climate with regard to the as-is conditions is absolutely necessary. Not only algae and fungus growths but almost all organic infestations on fittings and wall surfaces indicate that the humidity is too high. The chronology and especially the distribution of soiling on the wall surfaces are also indications that the humidity is too high, at least periodically. Typical “dry damages” – warping, cracks, flaking and powdering – can also be a clear indication of repeated high humidity because their presence presupposes moisture differences in a building’s materials and therefore extreme variations in relative humidity.

In this case heating can bring about stabilization, if the manner in which the space is heated is geared to the room’s as-is state. When this requirement is finally recognized, the heating system can be chosen in a second step; this choice is commonly determined by taking architectural interventions or financial considerations into account.

⁹ NN, Energiesparen in historischen Kirchen, Firmenschrift: Theodor Mahr Söhne GmbH, Aachen o. J. (vermutlich 2003).

Raumklima in Museen und historischen Gebäuden, Bietigheim-Bissingen 2000.

Claus ARENDT, Modernisierung alter Häuser, München 2003.

NN, Energiesparen in historischen Kirchen, Firmenschrift: Theodor Mahr Söhne GmbH, Aachen o. J. (vermutlich 2003).

Ralf KILLIAN, Die Wandtemperierung in der Renatuskapelle in Lustheim: Auswirkungen auf das Raumklima, München 2004.

Abbildungsnachweis

Abb. 1–23: Dr. Claus Arendt, München.