

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 107 (1989)  
**Heft:** 47

**Artikel:** Kirchenheizung - Beheizung grosser Räume alter Bauart  
**Autor:** Arendt, Claus  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77208>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Kirchenheizung - Beheizung grosser Räume alter Bauart

## Einleitung

Der Begriff «Kirchenheizung» für die Heizung von «grossen Räumen alter Bauart» ist zweifach irreführend: Zum

VON CLAUS ARENDT,  
MÜNCHEN

einen gilt die Problematik grundsätzlich für die Beheizung aller dieser so schwerfällig bezeichneten grossen historischen Räume, also nicht nur für Kirchen, sondern ebenfalls für Schloss-, Ratsäle, 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 beheizt im heute üblichen Sinn, sondern lediglich temperiert zur Verbesserung ihrer Nutzbarkeit, ebenso aber zur Schadensverringierung. Trotzdem soll 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 der üblichen unterscheidet. Schon vor Jahrzehnten wurde darauf hingewiesen, dass sich die Beheizung grosser Räume in ihrer Problematik vom Gewohnten unterscheidet. Diese Differenz wurde nochmals verstärkt dadurch, 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 erstellt, wurden entsprechend wärmegedämmt 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 vergleichbar grosser Räume.

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 verstan-

den, sondern die gesamte Innenschale einschliesslich der Konstruktion des Raumes.

## Die Gefährdung

Worin liegt nun diese Gefährdung – und warum ist sie gerade in Abhängigkeit von der Beheizung zu sehen? Die Antwort muss vorab theoretisch gegeben werden. Jede Temperaturveränderung bringt eine Veränderung der relativen Luftfeuchte mit sich; dies gilt auch für die Raumluft. Unter Vernachlässigung der Eigenschaften der Raumhülle liegt diese Abhängigkeit in dem hier zu findenden Temperaturbereich bei etwa 5% relativer Luftfeuchteänderung entsprechend 1 K Lufttemperaturveränderung. Dies bedeutet, dass bereits eine relativ geringfügige Erhöhung der Raumlufttemperatur eine so starke Absenkung der relativen Raumluftfeuchte bewirkt, dass das Material der gefährdeten Ausstattung, allem voran Holz, diese Abtrocknung nicht mehr ohne Schaden verkraften kann. Selbstverständlich konnte der historische Raum auch ohne Beheizung im Jahresablauf entsprechende Temperatur- und Feuchteänderungen. Diese jedoch ließen im Normalfall wesentlich langsam ab, da selbst bei raschen Witterungsumschwüngen die üblicherweise stark wärme- und feuchtespeichernden Massen der Raumschale einschliesslich Pfeiler und Ausstattung derartige Veränderung stark dämpften. In Kenntnis dieses Sachverhaltes wurde und wird immer noch gefordert, dass im Gegensatz zur üblichen Beheizung eine Kirchenheizung den Raum nur möglichst langsam erwärmen darf.

Eine zweite Forderung ist hieraus noch ableitbar: Auch bei Beheizung muss die Raumlufttemperatur noch möglichst niedrig bleiben, um eine ausreichend hohe relative Raumluftfeuchte zu gewährleisten. Beide Forderungen sind in dieser Ausschliesslichkeit und versimpelten Zuordnung zur Beheizung falsch, gefährlich und irreführend – auch wenn sie von Denkmalpflegern und Restauratoren mit Vehemenz gestellt werden.

Auch für die Kirchenheizung gilt wie für viele bauphysikalische Probleme am und im Gebäude, dass sehr enge

und vielfältige Verflechtungen aus Material, Konstruktion, Lage des Gebäudes und seiner Nutzung bestehen. Ein Beispiel aus der Praxis mag dies verdeutlichen:

## Beispiel: Münster Ingolstadt

Das Ingolstädter Münster ist ein spätgotischer Bau mit teilweise aussergewöhnlicher Ausstattung. Vor etwa zehn Jahren zeigten nun Teile dieser Ausstattung schwere Schäden, für die ohne Umschweife die Warmluftheizung verantwortlich gemacht wurde. Da man also die Ursache schon vor der Ursachensuche kannte, beschränkte sich diese auf die Feststellung, wie weit die Raumluft winters abtrocknet. Übersehen wurde im Eifer dieser Schuldzuweisung allerdings, welchen gravierenden Veränderungen diese Kirche gerade auch mit Billigung der nun verurteilten Stellen unterworfen wurde: Seit dem 19. Jahrhundert war das Münster parkähnlich von hohen Bäumen dicht umstanden. Diese Bäume beschatteten nicht nur die grosse Fensterfläche, sondern sie schufen auch ein Kleinklima höherer relativer Luftfeuchtigkeit um die Kirche und damit auch in der Kirche. Gleichzeitig wurde der angeblich frühere Zustand wieder hergestellt, indem man das Niveau des Parkes um ungefähr einen Meter verringerte und die so entstandene Fläche – die es allerdings in früherer Zeit auch niemals gegeben hatte – grossflächig verplattete. Die bunten Glasfenster des Historismus mussten ebenfalls als spätere Zutat verschwinden und wurden gegen normales Fensterglas unebener historisierender Oberfläche ausgewechselt.

Im Zuge des Aufgrabens zur Verlegung der Warmluftkanäle machte man auch baulich die berühmten Nägel mit Köpfen: Der gesamte Kirchenboden erhielt einen neuen Bodenbelag in der hierfür heute üblichen Betonunterkonstruktion, die gegen aufsteigende Nässe, welche es im Ingolstädter Münster nie gab, entsprechend wasserdicht abgesperrt wurde. Der Erfolg all dieser, aus sehr unterschiedlichen Motiven gewählten, in jedem Fall jedoch unnötigen und leider in einer einzigen gemeinsamen Richtung wirkenden Massnahmen war eine gravierende Veränderung des Feuchtehaushalts in der Kirche, unterstützt nun noch durch die Beheizung: Das Sonnenlicht fällt nun, unbehindert durch Bäume und farbige Kirchenverglasung, wie bei einem Gewächshaus in den Kirchenraum und

hat dort den gleichen Effekt, nämlich eine unverhältnismässig starke Anhebung der Raumlufttemperatur; das Absenken des umgebenden Erdreichts verringerte die feuchtigkeitsaufnehmende Aussenwandfläche um mehr als hundert Quadratmeter, so dass auch damit, wie durch den ebenfalls abgesperrten Fussboden aufbau, die natürliche Feuchteabgabe an den Raum verringert beziehungsweise unterbunden wurde; statt, einem durch Bepflanzung optimalen Kleinklima stak nun die Kirche in einem Steinplattensee, der zudem nochmals die Reflexion der Sonnenstrahlen ins Kircheninnere verstärkte. Dass die Heizung ebenso wenig sachgemäss installiert oder zumindest 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 gelendes Raumklima zuzuordnen ist, das durch eine Vielzahl von Einflüssen geschaffen wurde und meist bereits über Jahrzehnte, auch Jahrhunderte herrscht.

Die Erfahrung zeigt, dass es falsch ist, dieses «alte» Raumklima schon von vornherein als schützend für das Bauwerk und den Raum und seine Ausstattung zu bezeichnen. In den vielen Fällen aufsteigender Feuchtigkeit, vor allem aber bei Kondensationsfeuchte, der die Ausstattung ebenso zum Opfer fällt wie bei zu trockener Luft, könnte ein Beheizen zur Temperierung der Raumschale eine Verbesserung, unter Umständen sogar die entscheidende Hilfe bringen.

### Beispiel: Frauenkirche Nürnberg

Durch einen zweiten Fehler wird die eben kurz umrissene falsche Haltung noch bestätigt; auch hierzu ein Beispiel: Die Nürnberger Frauenkirche, die schon seit längerer Zeit beheizt war, beherbergt ebenfalls eine Anzahl guter und schöner Ausstattungsstücke. Besonders hervorzuheben ist hier der Tucher-Altar, der nun nach einem Heizungsumbau – in diesem Falle eine wesentliche Verbesserung! – ebenfalls starke Schäden zeigte, die selbstverständlich vom Restaurator und Denkmalpfleger 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 Schiffes 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 Standorte verkraften. Selbstverständlich konnte er das nicht! An der Aussenwand, seinem ersten Standort, fand er noch einen relativ kühlen Platz, was sich selbstverständlich auch auf seine Materialfeuchte auswirkte. Zudem waren die Holztafeln dem ständig vom Fenster abfallenden Kaltluftstrom ausgesetzt, was nochmals einer stärkeren Austrocknung entgegenwirkte.

In der Werkstatt des Restaurators herrschten bereits völlig andere Zustände: Die wesentlich wärmere Luft wurde zwar «entschärft» mit einer vergleichbaren relativen Luftfeuchte – beziehungsweise jener, die der Restaurator und der Denkmalpfleger mit 50–60% r.F. für optimal erachteten – ohne daran zu denken, dass auch diese «optimale» Luftfeuchtigkeit keineswegs jener des jahrelangen bisherigen Standortes 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 ausgesetzt war.

Zum drittenmal also musste sich dieses wertvolle Stück einer entscheidenden Klimaänderung anpassen – und tat dies selbstverständlich auch unter entsprechenden schadensfördernden Volumenveränderungen. Diese mussten umso stärker ausfallen, als man im Gegensatz zum Rat eines tatsächlichen Fachmanns nicht beachtete, dass die Altartafeln nur einseitig bemalt – oder im bauphysikalischen Sinn besser – beschichtet sind und somit Feuchteaufnahme und Feuchteabgabe niemals an beiden Oberflächen gleichmässig ablaufen können.

Der Schaden, den dieses wertvolle Ausstattungsstück erdulden musste, hat seine Ursache also wiederum in einem Vorurteil, in jenem nämlich, dass das gesamte Umfeld eines Ausstattungsstück auf Biegen und Brechen klima-

technisch diesem angepasst werden muss, was leider, selbst mit sehr viel mehr Mitteln als üblicherweise zur Verfügung stehen, nicht möglich ist.

Einer der gefährlichsten Irrtümer dieser irrtumsreichen Argumentation ist jener, durch eine zusätzliche Luftbefeuchtung die Raumluft auf jenen fiktiven Werten zu halten, die sich in einem klimatisierten Museum als optimal erwiesen haben, nämlich etwa 60% relativer Raumluftfeuchte. Wer so den Teufel mit Beelzebub 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. Das Bauwerk, vor allem aber die Ausstattung reagieren also nicht so empfindlich wie immer prognostiziert auf den Wechsel der Raumlufttemperatur und damit der relativen Raumluftfeuchte.

### Ein weiterer Schadensbereich

Während die beiden vorab genannten Faktoren in Zukunft wohl nicht schadensfrei, aber doch bei seiner Beurteilung durch gediegenere Kenntnis wesentlich geringer als bisher einwirken könnten, ist ein dritter Schadensbereich wohl nur theoretisch besser in den Griff zu kriegen. Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, wie schädlich der häufige Temperaturwechsel ist. Dieser Wechsel wird aber auch schon dadurch erzwungen, das kaum eine Gemeinde ihre Kirche, ihren Schloss- und Ratsaal während der gesamten siebenmonatigen Heizperiode kontinuierlich auf der gewünschten Maximaltemperatur 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. Als maximale Temperaturdifferenz wird stets ein  $\Delta_t$  von 3 K empfohlen. Die Aufheizzeit soll nun 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.

## Unterschiedliche Beheizungsarten

Sieht man von der jeweiligen Einbauzahl ab, sind in grossen Räumen alter Bauart alle konventionellen Heizungssysteme mit Einzelheizkörpern möglich, zusätzlich noch Fussbodenheizungen und Warmluftheizungen oder auch Kombinationen hiervon sowie die spezielle Bankheizung.

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

## Beurteilung von Kirchenheizungen

Geht man von einer Nutzung aus, wie sie am ehesten in einer Kirche zu finden ist, nämlich 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 Raumluft und Raumhülle. Ähnliches gilt für die Fussbodenheizung, deren Aufgabe es auch «nur» ist, den Bereich, in dem die Gläubigen sich aufzuhalten, 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 Speicherheizung als Fussbodenheizung bösst deshalb den genannten Vorzug gegenüber anderen und rascher wirksamen und regelbaren Fussbodenheizungssystemen ein und darf deshalb ebenfalls verallgemeinernd abgelehnt werden.

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.

## Bankheizung, Fussbodenheizung

Wiederum ausgehend von den beschriebenen und prinzipiellen Hauptfaktoren jeder «Kirchenheizung» muss nochmals auf Nachteile und Vorteile dieser gesamten Raumwärzung eingegangen werden. Es ist eine durch reichliche Erfahrung gestützte Vermutung, dass sowohl die instationäre, also stossweise Beheizung («Belgien») als auch die in ihrer Wirkung örtlich begrenzte (Bankheizung, Fussbodenheizung) eine ungleiche Erwärmung der Raumschale bedingt. Sieht man von jenen Fällen ab, wo es dadurch zu entsprechenden Taupunktunterschreitungen kommen kann, was in der Praxis, bedingt durch diese Art des Heizbetriebs, gar nicht so seltener Fall ist, bleibt dieser Nachteil dann ohne Belang, wenn diese ungleiche und auch raschere Verschmutzung nicht irgendeiner erhaltenen Aussattung schadet. Dies heisst, dass dieser negative Aspekt in seiner Bedeutung dadurch wächst oder schwindet, 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 Fussbodenheizsysteme und/oder deren Höhe der Wärmeabgabe sowie das Volumen des Raumes oder, korrekter, das Verhältnis von Heizfläche beziehungsweise Wärmeabgabe zur Fläche der Raumhülle. Man darf sagen, dass einer Bankheizung umso eher zugestimmt werden kann, je weniger Bankreihen davon erfasst werden, je seltener im Wochenverlauf diese Heizung in Betrieb genommen wird. Da selbst der uneinsichtigste Betreiber eine Bankheizung aus Kostengründen kaum als Raumheizung missbrauchen werden wird, fällt auch jenes negative Argument weg, das lei-

der 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 Schadenssträchtigkeit bestimmt weitgehend der Nutzer.

Dieses Manko haftet also auch der «guten» Fussbodenheizung an. Zu dem schon genannten wesentlichen Argument des Verhältnisses von Heizfläche zu Hüllfläche des Raumes kommt hier nun auch noch die im Bereich der Gläubigen zu erzielenden Raumtemperatur. In der Mehrzahl der Fälle sieht man von der negativen Bewertung von Zugerscheinungen und der positiven bei Fussbodenheizung ab. Nach den bisherigen Erkenntnissen wird man eine Fussbodenheizung auch weiterhin desto eher ablehnen müssen, je grösser die Differenz der genannten Flächen ist und – 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 Luftsichten dient, und wird hier die maximale Temperatur entsprechend niedrig angesetzt, verringert sich auch die Wirkung dieses Arguments. Das Problem liegt hier allerdings in der schon beschriebenen Abhängigkeit vom Nutzer, da eine Fussbodenheizung, die bei  $-18^{\circ}$  Aussentemperatur auf eine Raumtemperatur von  $+10^{\circ}\text{C}$  ausgelegt ist, ohne weiteres auch in der übrigen Zeit zu Raumtemperaturen bis  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $18^{\circ}\text{C}$  und auch höher missbraucht werden kann. Es gibt hier eine «Lösung», deren Attraktivität allerdings bei genauerem Betrachten auch schwindet: Statt einer Warmwasserfussbodenheizung, bei der die Möglichkeit der freien Wahl der Vorlauftemperatur diesen Missbrauch erleichtert, wird eine elektrische Fussbodenheizung installiert und ihr Anschlusswert so niedrig gehalten, dass tatsächlich nur Raumluftwerte erreichbar sind, wie sie noch gut geheissen werden können; die höhere Erwärmung kann dann nur erfolgen, wenn auch die Aussentemperaturen steigen; dann aber liegt das «Angebot» an Ausenluftfeuchte – und damit auch Raumluftfeuchte! – bereits wieder im «sicheren» Bereich.

## Luftheizung

Die Luftheizung kann ihre wärmende Wirkung nur auf andere Weise entfalten; sie muss die gesamte Raumluft 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 ist.

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 wir besonders in Wallfahrtskirchen oder aber auch in Schlosssälen bei «Kerzenlicht»-Konzerten finden. In beiden Fällen können entsprechende Filter den Nachteil wieder mildern, doch entspricht leider deren Beurteilung aus funktioneller Sicht keineswegs der aus praktischer.

Wird – wie zu Anfang dieses Beitrags ausführlich beschrieben – 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 nach der Kubatur des Raumes zu beurteilen. Nun gilt, dass dieser Vorteil um so stärker wirken wird, je grösser der Raum ist, oder aber auch wieder, korrekter, je ungünstiger für ein Fussbodenheizungssystem das schon genannte Verhältnis von Heizfläche zu Hüllfläche ist. Da es mit Sicherheit teurer ist, diese gesamte Raumschale ständig zu temperieren, statt nur während weniger Stunden die Gläubigen durch eine Bankheizung zu erwärmen, spielt nun auch wieder die Nutzungs frequenz eine entscheidende Rolle. Neben der Grösse des Raumes gehört zur Beurteilung nun auch also die Häufigkeit an Gottesdiensten, Hochzeiten, Konzerten, Sitzungen und ähnlichem. Zumindest für Kirchen gilt etwas verallgemeinernd, dass die grossen einer Gemeinde meist auch wesentlich stärker genutzt werden, doch ist dies eben auch nur eines von mehreren Argumenten, sodass doch nur wieder von Fall zu Fall entschieden werden kann.

## Regelfähigkeit der Heizanlage

Die Regelfähigkeit der Heizungsanlage ist ein weiteres Argument. Selbst die beste Fussbodenheizung unterliegt hier durch die Masse der Fussbodenkonstruktion der Warmluftheizung, wobei allerdings wiederum einschränkend zu sagen ist, dass die Bedeutung der Regelfähigkeit wiederum nicht nach technischen oder bauphysikalischen Gesichtspunkten allgemein beurteilt werden darf, sondern nach den örtlichen Gegebenheiten.

Auch bei den Luftheizungen gibt es in der Regelung bedeutsame Unterschiede. Die konventionellen Luftheizungssysteme, die aus Kostengründen auch heute noch angeboten werden, kennen nur eine Stop-and-go-Regelung; das heisst, der Raumthermostat schaltet den Ventilator ein und aus, sodass der Temperaturverlauf im Raum als wellenförmig bezeichnet werden kann. Bessere Luftheizungssysteme kennen bereits einen mehrstufig arbeitenden Ventilator, doch bleibt in der Regel die Ausblastemperatur konstant oder wird günstigstenfalls in wenigen Stufen abhängig von der Aussentemperatur gefahren. 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». Hier kann nun nicht nur die Brauchwassertemperatur gleitend gefahren werden, sondern von Wärmestation zu Wärmestation lässt sich auch nochmals der Ventilatorlauf regulieren. Im Gegensatz zu allen herkömmlichen Warmluftsystemen ist es nun auch möglich, die Wärmeabgabe je Auslass Regelungstechnisch zu steuern. Während nämlich 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; im letzteren Fall erlaubt das System der dezentralen Warmluftstationen das gezielte Eingehen auf spezielle Wünsche.

## Relative Luftfeuchtigkeit

Alle im heizungstechnischen Teil beschriebenen Vor- und Nachteile werden direkt oder indirekt also von der relativen Luftfeuchtigkeit abgeleitet. Auch wenn es nicht stimmt, dass die Heizung die ausschliessliche Schuld an deren Absenkung trägt, so bleibt doch unbestritten, dass jedes Beheizen, und so es auch nur ein Temperieren, die relative Luftfeuchte auf Dauer nach unten drückt. Die Zustimmung zu einem Hei-

zungs- oder Temperierungssystem ist also gleichzeitig stets die, wenn auch unausgesprochene, Erlaubnis zum Absenken der relativen Luftfeuchtigkeit. In der logischen Konsequenz müssen deshalb alle Massnahmen vermieden werden, die ein weiteres Absenken dieser Raumluftfeuchte bewirken.

Die Hauptursache hierzu wurde bisher von Denkmalpfleger- und Restauratorenseite geflissentlich, meist mit Nachdruck, übesehen: der hohe Luftwechsel in Kirchen und Sälen. Ein Schloss, ein Rathaus, eine Kirche lassen sich strömungstechnisch in den meisten 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 städtischen 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 vermittelte Fenster aufweist. Dies alles bewirkt eine Fugendurchlässigkeit und damit einen Luftwechsel, wie wir ihn bei anderer Nutzung bei weitem nicht kennen. Je kälter die Aussentemperatur ist, desto niedriger liegt jedoch auch die absolute Luftfeuchtigkeit. Das heisst, dass alles das, 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, viel zu rasch wieder durch ungedichtete Fenster und Türen «hinausblasen» wird.

Leider ist dies noch nicht alles, denn auf zusätzliche Weise sorgt das Einfachfenster für die schadensträchtige Abdrocknung der Raumluft: Es ist eine hochwirksame Kondensationsfläche. Das heisst, jeder Wassertropfen, der innenseitig im Winter an der Einfachverglasung abläuft, ist der vielleicht ohnehin schon trockenen Raumluft entzogen – und dies funktioniert umso besser, je höher bei niedrigerer Aussenluft geheizt wird, und dies sind gerade die schädlichsten Voraussetzungen für eine zu niedrige relative Raumluftfeuchte.

Wieder sieht sich also gerade der verantwortungsbewusste Denkmalpfleger jenem Dilemma gegenüber, dass er zwischen zwei Übeln zu wählen hat: 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 werden müssen, als der Verantwortliche tatsächlich in vollem Wissen um die Schädlichkeit beider Lösungen, wiederum von Fall zu Fall unterschiedlich, nach kenntnisreicher Abwägung das geringere Übel wählen muss.

### Schlussbemerkungen

Die Quintessenz des bisher Gesagten ist ebenso einfach wie traurig: 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 zum Teil 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 wähnen darf. Es wird deshalb dringend notwendig, zum Schutz der uns anvertrauten Bausubstanz und der in ihnen enthaltenen Kunstdüter in einigen Punkten umzudenken und vor allem nicht dogmatisch je nach Standpunkt der oder jener Heizungsart pauschal den Vorzug zu 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 Raumklima zu ermitteln, was allerdings nicht nur durch das Aufstellen eines Thermohygrographen geschehen darf, da die Temperaturen der Raumoberflächen ebenso eine Rolle spielen wie die durch Lage und Befensterung in diesem Raum typischen Luftbewegungen. Wichtig wird es dabei, nicht nur die winterlichen Zustände zu erfassen und

zu beurteilen, sondern vor allem auch die sommerlichen, da hier jede Heizungsanlage ein willkommenes Hilfsmittel sein kann, um jene feuchte Spitzen zu kappen, die für die Ausstattung ebenso gefährlich sind wie die gefürchteten Feuchtetäler. Ablehnung einer Kirchenheizung kann demnach nicht nur begründet werden durch besondere Qualität der Ausstattung, sondern setzt auch wieder den Nachweis voraus, warum gerade in diesem Raum durch Beheizen Veränderungen entstehen, die als schadensfördernd bezeichnet werden müssen. Die Denkmalpflege kann sich nicht mehr davor drücken, frühzeitig Stellung zu beziehen, ob der Schutz der Ausstattung als vorrangig bezeichnet wird oder jener der Raumschale; das eine schliesst das andere im Regelfall aus.

Adresse des Verfassers: Dr. Claus Arendt, Institut für Gebäudeanalyse und Sanierungsplanung, München.

## Drei Minuten genügen in den meisten Fällen

SBV-Produktionskosten-Indices (PKI) und Teuerungsberechnung

**Die SIA-Norm 118 kennt für die Teuerungsabrechnung bekanntlich die Verfahren mit Mengennachweis und indexgebundene Verfahren. In der Praxis hat sich allerdings gezeigt, dass der gesamte administrative Aufwand viel zu gross ist. Der Schweizerische Baumeisterverband (SBV) hat deshalb ein einfaches anwenderfreundliches Verfahren für die Abrechnung der Teuerung entwickelt. Als Grundlage dienen dabei die SBV-Produktionskosten-Indices. Heute stehen bereits sechs Sparten zur Verfügung. Im nächsten Jahr kommen noch der Stahlbeton-Hochbau und die Tiefbauarbeiten der PTT dazu.**

Die Teuerungsabrechnung mittels Mengennachweis ist mit einem sehr grossen personellen Aufwand verbunden. Dieser Umstand führte dazu, dass das in den 70er Jahren entwickelte und etwas in Vergessenheit geratene Objekt-Index-Verfahren (OIV) reaktiviert und revidiert wurde. Zusammen mit dem Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA) und der Konferenz der Bauorgane des Bundes (KBOB) fanden im Juni bereits vier Seminare zu dieser Thematik statt. Anfangs September fanden ebenfalls Tagungen in Warth bei Frauenfeld und Zürich statt. Die Beteiligten sind überzeugt, dass mit den Seminarien ein Schritt in die richtige Richtung getan wird. Der SBV ist jedoch überzeugt, dass der gesamte administrative Aufwand noch viel zu gross ist und dass das

Abrechnungsverfahren für die Teuerungsabrechnungen noch wesentlich vereinfacht und anwenderfreundlicher gestaltet werden müsse.

Angesichts der grossen und vielfältigen Aufgaben im Bauhauptgewerbe – Hochbau und Tiefbau – schien es dem SBV unverantwortbar, dass sich hochqualifiziertes technisches Personal nicht seinen spezifischen Aufgaben widmen kann, sondern sich immer mehr mit administrativen Belangen befassen muss. Der SBV schuf deshalb ein Verfahren für die Teuerungsabrechnung, das mit seinen Produktionskosten-Indices verbunden ist. Die Abrechnung der Teuerung mit Hilfe des PKI ergänzt die heute angewendeten Verfahren sinnvoll, teilweise ersetzt dieser sie sogar. Zudem werden die verlangten Anforderungen vollumfänglich erfüllt.

### Grundlagen und Inhalt

Die Produktionskosten-Indices des SBV widerspiegeln die Entwicklung der Produktionskosten eines bestimmten Objektes. Diese verstehen sich gemäss Definition als Vollkosten der Unternehmung und beinhalten die Selbstkosten (Einzel- und Gemeinkosten) für Material, Personal, Inventar und Fremdleistungen sowie die Wurst.

Die Produktionskosten werden ermittelt, indem für ein bestimmtes Objekt die detaillierte Vorkalkulation ausgewertet wird: Das Mengengerüst für die benötigten Materialmengen, die Personal- und Gerätestunden sowie die Fremdleistungen. Das Mengengerüst bleibt unverändert. Als Grundlage für dieses diente die SBV-Dokumentation «Leistungswerte». Kostengrundlage für die vierteljährliche Berechnung der Produktionskosten bilden: die Listenpreise von Materialien, abzüglich der handelsüblichen Rabatte; die vom SBV jährlich erhobenen Grundlöhne; die erarbeiteten Ansätze der SBV-Dokumentation «Betriebsinterne Verrechnungsansätze für Baumaschinen und Betriebsmaterial»; die Subunternehmerrofferten bei Fremdleistungen (Transporte usw.). Die Kalkulationsansätze sind gemäss der SBV-Dokumentation «Vorkalkulation und Preisbildung» berechnet. Sie enthalten jedoch keine Anteile für Risiko und Gewinn.