

# Beheizung von Kirchen

Verfasser:

Bernd Ehrhardt  
Ev. Kirche der Pfalz  
Domplatz 5  
67346 Speyer

## Inhaltsverzeichnis

1	Allgemein.....	3
2	Technische Grundlagen.....	8
2.1	Wärmebedarf .....	8
2.2	Kirchenheizungssysteme.....	10
2.3	Technisch werden folgende Heizsysteme unterschieden: .....	10
2.4	Luftheizung .....	11
2.4.1	direkte Warmlufterzeugung .....	11
2.4.2	indirekte Warmlufterzeugung / Warmwasser-Stationenheizung.....	12
2.4.3	Regelung.....	14
2.5	Konvektoren-, Radiatorenheizung, elektrische Einzelspeicheröfen, Gaseinzelöfen	15
2.6	Fußbodenheizung .....	15
2.6.1	Warmwasser-Fußbodenheizungen.....	16
2.6.2	Elektro-Fußbodenheizungen .....	16
2.6.3	Warmluft-Fußbodenheizungen .....	16
2.7	Sitzbankheizung.....	18
2.7.1	Kirchenbankheizung.....	19
2.7.2	Heizstrahler .....	21
2.7.3	Sitzpolsterheizung.....	22
2.8	Zusatzheizflächen .....	24
2.8.1	Schleierheizung.....	25
2.9	Luftbefeuchter .....	26
2.9.1	Verdunster: .....	27
2.9.2	Verdampfer: .....	27
2.9.3	Zerstäuber:.....	27
2.10	Risiko der künstlichen Luftbefeuchtung.....	28
3	Luftführung .....	30
3.1	Luftführung bei Orgeln und Emporen .....	32
4	Wirtschaftlichkeit.....	33
5	Gesichtspunkte und Empfehlungen der Denkmalpflege.....	34

## 1 Allgemein

Beim Thema Kirchenheizung sollen wir davon Abstand nehmen, von einer beheizten Kirche schlechthin zu reden. Die meisten Kirchen sind ohne Heizsystem errichtet worden, sodass beim nachträglichen Einbau oft erhebliche Kompromisse eingegangen werden mussten und sich die aktuelle Situation nur selten optimal darstellt.

Es soll nicht in erster Linie das Gebäude beheizt werden, sondern die Kirchenbesucher sollen nicht frieren.

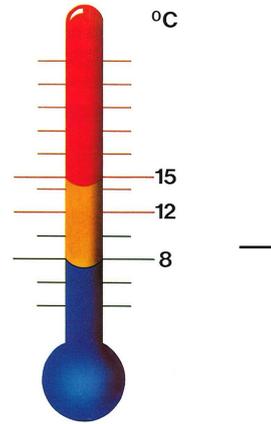
Im Grund gibt es drei Interessen, die die Anforderungen an die Klimatisierung des Kirchenraumes bestimmen:

Die Bedürfnisse der Kirchennutzer, die Anforderungen an die Raumgestaltung und der Erhalt der Bausubstanz. Diese drei Pole schließen sich zwar nicht grundsätzlich gegenseitig aus, werden aber in der Praxis selten in einem Zusammenhang gebracht.

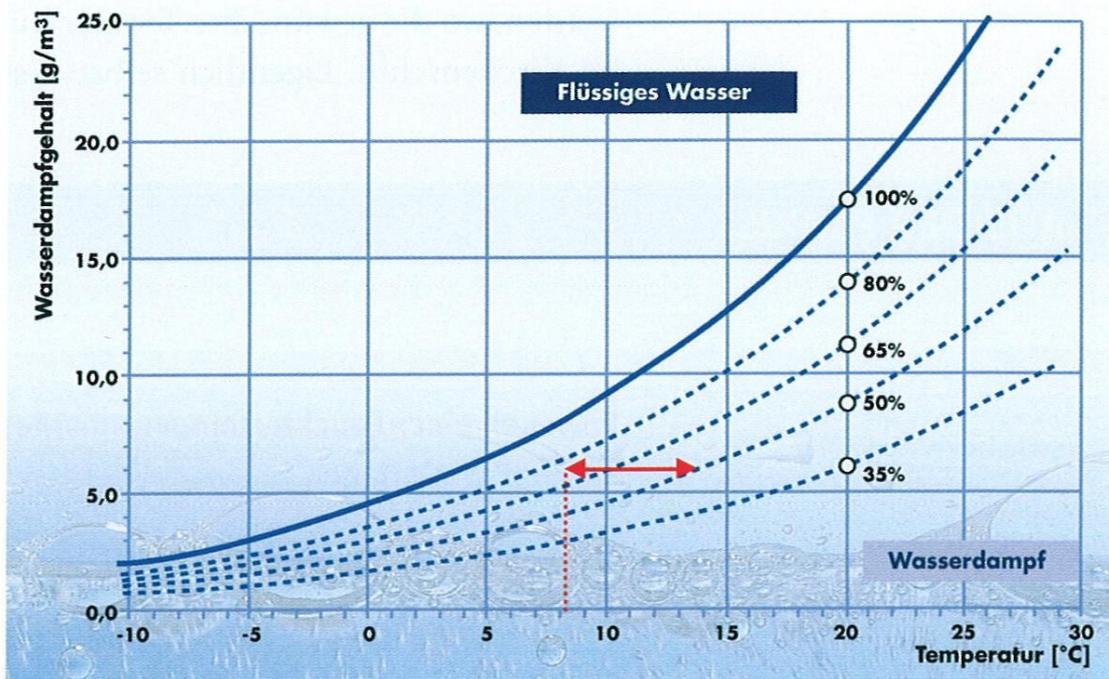
Die lauteste Gruppe ist der Gebäudenutzer. Ist es Ihnen zu kalt, wird in der Regel die Heizung höher gedreht. Dass der Kirchenbesucher sich unbehaglich fühlt, liegt daran. Dass die kalten Außenwände Kälte abstrahlen und die empfundene Temperatur spürbar niedriger ist als die tatsächliche Lufttemperatur. Das daraus resultierende Kältegefühl der Kirchenbesucher kann von der erwärmten Raumluft nur zu einem Teil ausgeglichen werden.

Jedes Heizsystem, das den gesamten Kirchenraum erwärmt, muss etwa das 10- bis 50-fache Luftvolumen beheizen gegenüber dem, das den Kirchenbesuchern (bei einer vollbesetzten Kirche) eine annehmbare Temperatur bietet. Sollen im Bereich der Kirchenbesucher  $12^{\circ}\text{C}$  erreicht werden, so kann die Temperatur unter Decke und Kuppel durch vertikale Temperaturschichtung zum Teil auf weit über  $25^{\circ}\text{C}$  steigen. Zusätzlich zum erhöhten Energieaufwand kommt nun die Gefahr, dass Bauteile und Kirchengeschmück, die sich zum Teil seit Jahrhunderten in einem bauphysikalischen Gleichgewicht befanden, dieses verlieren und Schäden unterschiedlichster Art erleiden.

Der Kirchenraum soll außerhalb der Nutzung auf einer Grundtemperatur von circa 8 °C gehalten werden. Zum Gottesdienst kann auf eine Temperatur von maximal 12 bis 15 °C aufgeheizt werden. Hierbei sollte die Veränderung der Raumtemperatur möglichst langsam — maximal 1,5 °C je Stunde erfolgen. Dieses Verfahren hat zwei positive Effekte:



- Durch die Grundtemperierung auf circa 8 °C erhöht sich die Oberflächentemperatur an der Innenseite der Außenwand. Dies reduziert einerseits die Temperaturdifferenz zwischen Wand- und Lufttemperatur und damit die Kondensationsgefahr und macht andererseits den Aufenthalt im Kirchenraum spürbar angenehmer.
- Die Temperaturdifferenz von rund fünf Grad Celsius zwischen der Grundtemperatur und der Gottesdiensttemperatur ändert die relative Luftfeuchtigkeit normalerweise nur innerhalb der empfohlenen Schwankungsbreite von 50 bis 70 Prozent.



Wasserdampfgehalt im Verhältnis zur Temperatur

Bei modernen Kirchengebäuden (Baujahr ab ca. 1950), die nach heutigen Baugrundsätzen errichtet wurden, können diese für klassische Kirchengebäude geltenden Richtwerte nicht pauschal angesetzt werden. Eine Temperaturabsenkung unter 17 °C sollte hier zwar angestrebt werden, aber nur bei gleichzeitiger Kontrolle der Raumlufffeuchte erfolgen.

Generell muss auf eine Kette von Abhängigkeiten hingewiesen werden, deren allgemeine Unkenntnis verheerende Schäden bewirken kann. Die Festlegung der optimalen Raumlufffeuchte für Kirchen mit 50 % bis 70 % relativer Feuchte ist kein alleingültiger Wert sonder eine Orientierungshilfe. Wichtiger für den Erhalt der Kirchengestaltung, ist das Beibehalten des für die Kirche charakteristischen Raumklimas, deren geringe und vor allem langsame jahreszeitliche Schwankungen, welche das Feuchtigkeitsgleichgewicht der Holzteile und bemalten Putzschichten nur wenig belastet.

Klassische Kirchen bestehen ebenso wie die darin befindlichen Wertgegenstände in der Regel aus natürlichen Baustoffen:

Orgeln sind aus Holz und Leder gebaut, Bilder sind auf Putze oder ebenfalls auf Holz gemalt. All diese sind „atmende“ Werkstoffe, die in einem Feuchteaustausch zur Raumluff stehen. Ihnen geht es am besten wenn im Kirchenraum natürliche, möglichst konstante Luftzustände herrschen. Auf Änderungen des Raumklimas reagieren diese Werkstoffe äußerst sensibel. Von Einfluss ist hier weniger die absolute Temperatur als vielmehr die relative Luftfeuchtigkeit. So dehnt sich Holz bei zunehmender Feuchte aus und zieht sich bei Trockenheit zusammen. Je kleiner die Schwankungen sind, desto besser bilden sich die Veränderungen wieder zurück. Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere große, abrupte und häufige Feuchteschwankungen kritisch sind und schnell Schäden verursachen können.

Verschärft wird das Problem dadurch, dass die Volumenänderung je nach Werkstoff und Faserrichtung unterschiedlich ausfällt. So kommt es bei Kombinationen zweier Werkstoffe wie zum Beispiel Farbe auf Holz oder verbautem Holz leicht zu Spannungen, die im Extremfall zu Rissen im Holz oder zu abbröckelnder Farbe führen können. Bei Orgeln werden diese Spannungen als sogenannte »Heuler« hörbar, das sind hängende Tasten oder undichte Lederdichtungen auf den Ventilen, die auf Passung gearbeitet sind, aber durch die Volumenänderung nun verklemmen.

Im Normalfall bilden sich diese Störungen bei Normalisierung der Luftfeuchtwerte wieder zurück.

Die Komponenten dieses Raumklimas werden bestimmt durch Lage und damit Windbelastung des Gebäudes, Sonneneinstrahlung, Bauart, Bauform und Baumaterialien, Verhältnis von Außenflächen zu Rauminhalt, der Fensterfläche, dem Wasseranfall im Erdreich, durch Regenbelastung usw., so dass es kein allgemein gültiges und optimales Raumklima geben kann.

Keine Kirche ist gleich.



Da man im Zuge des Heizungseinbaus meist auch die gesamte Kirche sanieren möchte, werden Mauern und Boden trockengelegt in der richtigen Meinung, dass ein trockener Raum leichter zu beheizen sei.

Diese Trockenlegung beeinflusst aber das Raumklima entscheidend. In Kirchenräumen wird damit die Raumlufffeuchtigkeit um 20 % bis 30 % gesenkt und dies ausgerechnet dann, wenn durch Beheizen zusätzliche Feuchtigkeit erwünscht wäre, so dass durch eine ungewollte Schadenursache die negativen Auswirkungen noch verstärkt werden. Es muss deshalb bei Heizungseinbau angeraten werden, die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit einer Trockenlegung zu überprüfen und bei bisher geringen Feuchteschäden durch Ausblühungen und Pilzbefall ggf. eher durch sinnvolle Luftführung den Verdunstungsvorgang an den befallenen Wandoberflächen zu verstärken oder nur stellenweise trockenanzulegen, als den natürlichen Feuchtespender „auszutrocknen“.

Will man Schäden durch zu trockene Luft vermeiden oder wenigstens verringern, wird häufig eine Luftbefeuchtung vorgeschlagen, eine technisch verhältnismäßig einfache und preiswerte Ergänzung von Luftbeheizungen.

## 2 Technische Grundlagen

### 2.1 Wärmebedarf

Wahl und Auslegung des Heizungssystems bestimmen Wirkung und Kosten der Kirchenheizung.

Grundlage dieser Überlegungen ist die Ermittlung des Wärmebedarfs. Die üblichen Berechnungsverfahren ergeben meist einen höheren Wärmebedarf als tatsächlich notwendig, vor allem dann, wenn jene Zuschläge mitberücksichtigt werden, die sonst bei periodischem Heizbetrieb erforderlich sind. Es wurde deshalb speziell für die Beheizung von Kirchen eine Vielzahl von Formeln entwickelt, deren einzelne Lösungen jedoch sehr stark voneinander abweichen. Es wird deshalb empfohlen zu überprüfen, wie weit dieser Berechnung stationärer oder instationärer Zustand der Wärmeübertragung zugrunde gelegt wurde, wie weit bauliche Besonderheiten in die Berechnung einfließen und ob der spezifische Transmissions- und vor allem Lüftungswärmebedarf angemessen berücksichtigt wurden. Wärmeübergangszahlen, wie sie in die Berechnungen einfließen, können nach DIN 4108 und 4701 unzutreffend sein, wenn an den Wandinnenseiten ein erhöhter Feuchtigkeitsaustausch stattfindet.

Der stationäre Fall, der den meisten Berechnungsarten zugrunde liegt, setzt eine kontinuierliche Beheizung voraus, eine Heizungsart also, die für die meisten Kirchen zwar erwünscht ist, aber bei Einhaltung der maximale Temperatur jedoch zu teuer wird. Im nur instationären Fall wird der Raum stoßweise nach Bedarf beheizt. Dies widerspricht einmal den Grundsätzen des Behaglichkeitsempfindens, nach denen die Temperatur der Raumluft und der raumumschließenden Flächen sich möglichst stark nähern sollen; zum andern wechseln die Luftzustände ständig und belasten dadurch die Innenausstattung.

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis bleibt hier äußerst ungünstig, weil der raschen Erwärmung die meist immense Masse an wärmespeicherndem Material des gesamten Kirchenbaukörpers entgegensteht. Die dort gespeicherte und je Volumeneinheit relativ geringe Wärme wird aber fast ausschließlich in den

nutzungsschwachen Zeiten an den Raum zurückgegeben: die hierin aufgewendete Energie ist also weitgehend verloren.

Anzustreben ist deshalb eine Mischung der beiden genannten Fälle. Hierbei erhöht eine Grundheizung die Raumtemperatur auf eine relativ niedrige Grundtemperatur, die sinnvollerweise der Jahremitteltemperatur (etwa 8° C) gleichgesetzt wird: Schäden sind dadurch weitestgehend ausgeschlossen. Eine Zusatzheizung kann dann die erwünschte Temperatur zu den Benutzungszeiten bringen. Zwei prinzipielle Lösungen sind hier möglich: entweder werden zwei unterschiedliche Heizsysteme eingebaut, die dann auch unterschiedliche Wärmeträger haben können, oder ein Heizungssystem wird auf zwei Betriebsstufen ausgelegt.

Der entscheidende Vorteil dieser gemischten Heizung liegt darin, dass durch die kontinuierliche Grundheizung sehr langsam ein neues Feuchtegleichgewicht der Ausstattungsteile erreicht werden kann und damit die Belastungsspitzen bei Stoßbetrieb vergleichsweise geringer werden.

## 2.2 Kirchenheizungssysteme<sup>1</sup>

Physikalisch sind bei der Heizung in Kirchen zwei Möglichkeiten der Wärmeübertragung möglich: Konvektion und Strahlung. Während konvektive Erwärmung eines Raumes durch Luftbewegung geschieht und damit der gesamte Raum zwangsweise einbezogen ist, erwärmt Strahlung in der Praxis nur die bestrahlten Körper, so dass der Umfang der Erwärmung weitgehend vorherbestimmt werden kann.

Durch Strahlung übertragene Wärme trocknet die Luft wesentlich weniger aus als konvektive Wärme, woraus unter anderem die Forderung abgeleitet wird, ein Kirchenheizungssystem solle möglichst hohen Strahlungsanteil und möglichst geringen konvektiven Anteil haben.

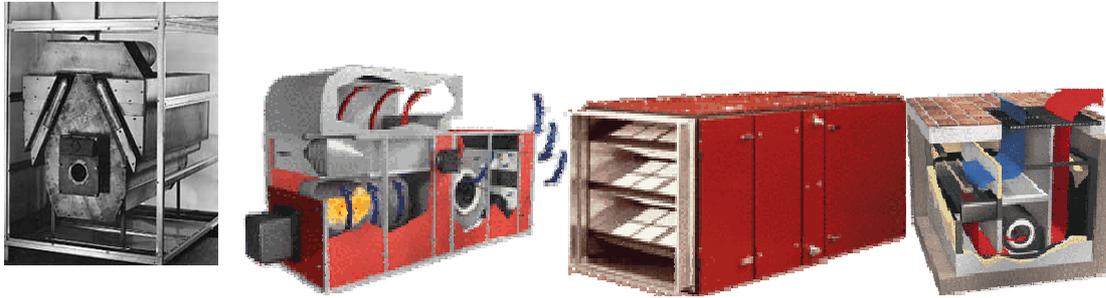
## 2.3 Technisch werden folgende Heizsysteme unterschieden:

- Luftheizung
- Warmwasserstationenheizung
- Konvektoren/Radiatoren als Raumheizung, Einzelheizgeräte
- Fußbodenheizung
- Heizstrahler
- Kirchenbankheizung

Obwohl im Heizungswesen eine Unterscheidung durch den Wärmeträger üblich ist - also Luftheizung, Warmwasserheizung, Elektroheizung – wird wegen der praktischen Übersicht die genannte Unterteilung beibehalten.

---

<sup>1</sup> Da der Einbau von Heizungen in alte Kirchen sich jeweils nach deren statischer, formaler und historischer Eigenart richten muss, werden technische Details nur zur Ergänzung des bereits Gesagten dargestellt.



## 2.4 Luftheizung

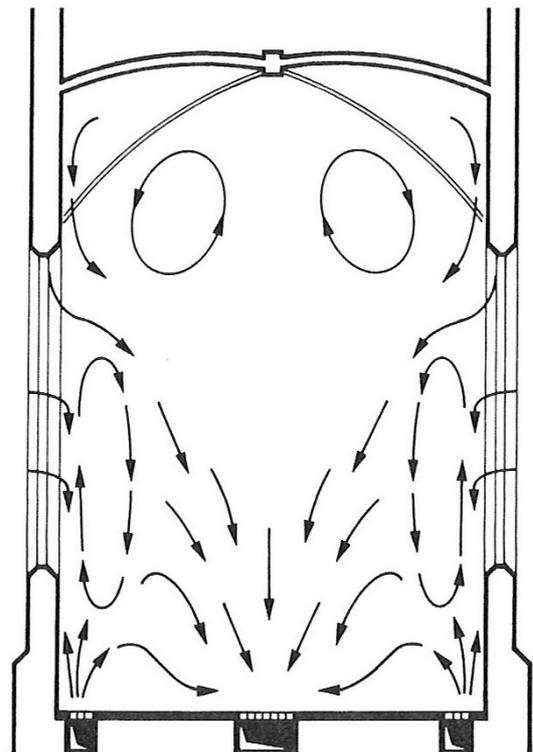
### 2.4.1 direkte Warmlufterzeugung

Bei der direkten Warmlufterzeugung wird die Warmluft direkt, das heißt ohne den Zwischenwärmeträger Wasser, erzeugt. Es wird dabei ein relativ starker Luftvolumenstrom über einen Wärmetauscher oder bei Feuerluftheizungen direkt erhitzt und dem Kirchenraum fast ausschließlich konvektiv zugeführt.

Dabei ist es möglich, die Luft auch noch weiter zu behandeln, was bei Kirchen meist nur Filterung und Befeuchtung<sup>2</sup> bedeutet.

Die Warmluft kann dabei entweder als Bodenheizung geführt oder, wie es korrekt unter „Warmluftheizung“ verstanden wird, durch Ausblasöffnungen der Kirche zugeleitet werden; eine Kombination ist möglich.

Zwar sollten sich die Zuluftöffnungen vor den Außenwänden befinden, doch verhindern hier oft Fundamente und Gräber die Kanalführung und die ausströmende Luft tritt sofort mit 30° - 45 ° C auf Bilder und Altäre. Es werden deshalb häufig begehbare Zuluftgitter in den Gängen, im Altarraum und unter den Emporen angeordnet. Es ist dabei zu beachten, dass nur solange auch eine mehrschiffige Kirche als ganzer Raum betrachtet werden kann, solange



<sup>2</sup> Siehe Kapitel 3

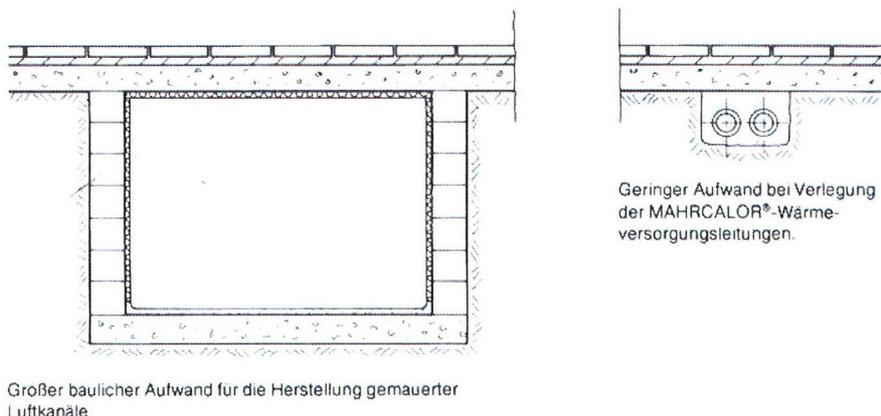
die Öffnungsflächen zwischen Mauern, Stützen und Bögen mindestens gleich groß den behindernden Bauteilen sind. Grundsätzlich bedeutet jede vertikale wie horizontale Raumgliederung eine Erhöhung der projizierten Luftmenge; es ist deshalb zu prüfen, ob in deren Berechnung ein Faktor diese architektonischen Details berücksichtigt.

Bei Warmluftheizungen müssen zudem regelmäßig die Luftfilter gereinigt werden und die Zuluftgeschwindigkeit sollte möglichst gering gehalten werden, da sich dadurch die Menge des durch den Luftstrom aufgewirbelten Staubes reduziert. Eine Empfehlung ist eine maximale Luftgeschwindigkeit am Luftauslass von zwei Metern pro Sekunde.

Auch die Heizstrategie kann Schwärzungseffekte an den Wänden beeinflussen: Da sich die Feuchtigkeit gerade dann an der Außenhülle niederschlägt, wenn die Oberflächentemperatur der Wand spürbar kälter als die Raumluft ist, sollte die Temperaturdifferenz zwischen Wand und Raumluft möglichst gering gehalten werden.

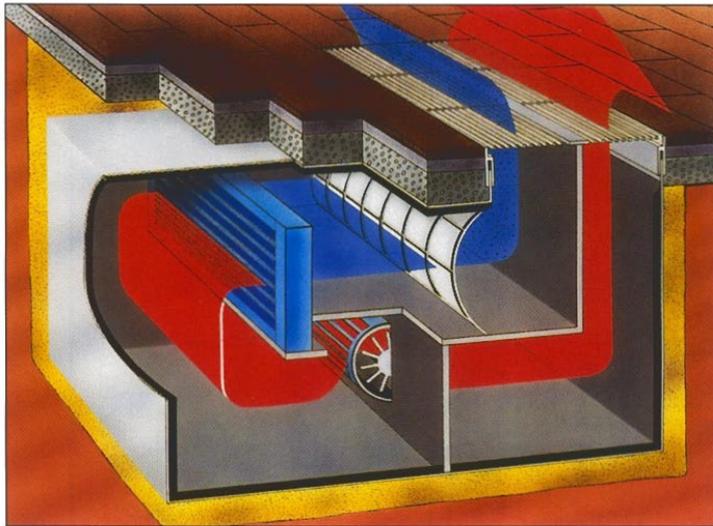
#### 2.4.2 indirekte Warmlufterzeugung / Warmwasser-Stationenheizung

Bei der indirekten Warmlufterzeugung wird in einem normalen Heizkessel Heizwasser erzeugt und über Rohrleitungen zum Luftherhitzer in der Lüftungsanlage transportiert. Die dezentrale Warmlufterzeugung in Wärmestationen ist eine vergleichsweise neue Variante; hier wird die warme Luft direkt im Kirchenraum am Warmluftauslass erzeugt. Auf der einen Seite des Warmluftgitters wird die kalte Luft dem Kirchenschiff entnommen, über einen Wärmetauscher erwärmt, der an die zentrale Warmwasserheizung angeschlossen ist, und direkt wieder in den Kirchenraum gegeben. Der bauliche Aufwand beschränkt sich auf die Bodenarbeiten für die Warmluftstationen und die Verlegung der Warmwasserleitungen



Vergleich notwendiger Kanäle der direkten und indirekten Warmlufterzeugung

Diese Kirchenheizung kann als Weiterentwicklung der Warmluftheizung bezeichnet werden. An Stelle der großen Luftschächte von ca. 80 x 100 cm lichte Abmessung werden nunmehr nur noch zwei Versorgungsleitungen von je 55 mm Durchmesser im unterhalb des Fußbodens verlegt bis zu den Wärmestationen, die an den günstigsten



Vereinfachte Darstellung einer Wärmestation

Aufstellungsorten installiert werden können, bei einem Platzbedarf von ca. 1,20 x 1,00 m x 0,80 m Länge, Breite, Tiefe für den Edelstahlkorpus, in dem der Wärmetauscher, und die Ventilatoren für die erwärmte Luft und für die angesaugte Luft eingebaut sind.. Mit den Warmwasser führenden Versorgungsrohren lassen sich

sehr leicht auch vorhandene Fundamente von Stützen und Pfeilern und evtl. vorhandene Gräber im historischen Untergrund umfahren. In diesem System werden die Vorteile von Warmwasser bezüglich des besseren Wärmestransportes und der guten Regelbarkeit kombiniert mit den Vorteilen der Warmluft zur behaglichen und gleichmäßigen Beheizung des Kirchenraumes. Die Warmluft wird erst dort erzeugt, wo sie benötigt wird, nämlich im Kirchenraum. Diese Wärmestationen saugen die kalte Raumluft aus der Kirche an, die gefiltert und erwärmt wieder in den Kirchenraum eingeblasen wird. Von den Wärmestationen sind nach dem Einbau lediglich die Gitterroste im Fußboden sichtbar.

### 2.4.3 Regelung



Regeleinrichtungen größerer Art kommen nur bei stationärem Heizbetrieb in Betracht, bzw. bei Warmluftheizung. Die übliche billige Regelung durch Raumthermostate ist wenig sinnvoll, da mit ihnen keine langsame Verschiebung der erwünschten Temperaturbereiche möglich ist. Es muss deshalb eine elektronische Regelung eingeplant

werden, die es auch ermöglicht, alle erfassten Werte zentral zu verarbeiten. Hierbei wird über einen Temperaturwähler der Sollwert – also die maximale Temperatur – vorgewählt; eine automatische Sollwertverschiebung erhöht nun die Temperatur um einen vorgegebenen Bereich je Zeiteinheit. Eine weitere Regelung beinhaltet die Vorwahl des Heizprogramms über einen längeren Zeitraum; das heißt, der Pfarrer kann vorherbestimmen, zu welchen Zeiten und an welchen Wochentagen die Temperatur der permanenten Grundheizung auf den zulässigen Maximalwert erhöht werden muss. Zusätzlich kann die Regelung eine manuelle Umschaltung auf den reinen Lüftungsbetrieb mit Um- oder Außenluft umfassen.

Zusätzlich sollten gefährdet Raum – und Ausstattungsgegenstände vorrangig berücksichtigt werden. Hierbei erfasst die elektronische Regelung die von verschiedenen Temperaturfühlern gemessenen Daten. Während im Normalfall die Regelung durch den ermittelten Durchschnittswert aller Messstelle geschieht, werden nun diese gefährdeten oder besonders zu schützenden Bereiche durch kleine, etwa münzgroße Fühler vorrangig abgesichert. Sinnvoll und optimal wäre die Ergänzung durch Feuchtigkeitsfühler, damit Befeuchtung und Heizung synchron laufen können.

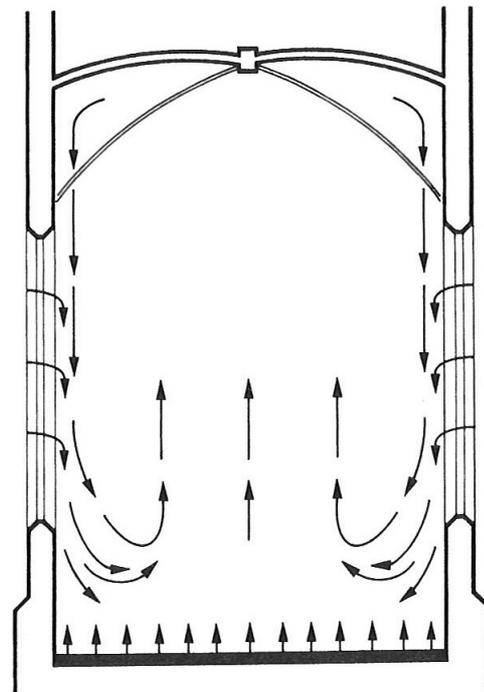
Eine elektronische Regelung ist heute Stand der Technik und erst durch sie kann eine Warmluftheizung optimal eingesetzt werden. Mit einer Aufheizautomatik wird gewährleistet, dass in Ergänzung der Grundtemperatur von ca. 8° C, zur Gottesdienstzeit eine Aufheizung von ca. 1 ° C stündlich auf maximal 15 ° C erfolgt

## 2.5 Konvektoren-, Radiatorenheizung, elektrische Einzelspeicheröfen, Gaseinzelöfen

Mit Warmwasser oder Dampf als Wärmeträger finden auch zentralbeheizte Systeme mit Einzelheizkörpern Anwendung in Kirchen. Wenn gleich auch die Leitungsführung problemlos ist, ergeben sich doch bei der Aufstellung der Heizkörper große formale und technische Schwierigkeiten. Vor allem ihre hohe Oberflächentemperatur führt schon in Kürze zu starken Schmutzfahnen an Wänden und Ausstattung; die Wärmeabgabe erfolgt bei Konvektoren wieder fast vollständig, bei Radiatoren weitgehend konvektiv. Das Gesagte gilt sinngemäß für alle im Kirchenraum aufgestellten Einzelheizgeräte. Diese Form der Heizung spielt in unseren Kirchen eine vernachlässigbare Ausnahme.

## 2.6 Fußbodenheizung

Im Gegensatz zu Warmluftheizungen, die dem Raum die Wärme punktuell zuführen, erhöhen Fußbodenheizungen die Temperatur auf großer Fläche. Systembedingt ist für die Aufheizung ein gewisser Zeitraum notwendig, da vor einer Wärmeabgabe an den Kirchenraum erst der Fußboden erwärmt werden muss. Das scheint zunächst nachteilig, ist aber in historischen Räumen gerade zu begrüßen, weil die Forderung nach einer langsamen Temperaturveränderung von selbst erfüllt wird. Weitere Vorteile sind der hohe



Strahlungsanteil und die Fußwärme, durch die die Aufenthaltsqualität gesteigert wird, sowie die homogene Temperaturschichtung im Raum, die sowohl die Luftverwirbelungen im Kirchenschiff als auch den Energiebedarf reduziert. Allerdings ist der bauliche Aufwand für die Nachrüstung des Systems sehr hoch, er kommt einer Fußbodenerneuerung gleich. Als Energieträger zur Erwärmung des Fußbodens werden hauptsächlich Heizwasser und Strom eingesetzt. In seltenen Fällen findet man auch Warmluftsysteme, die über Hypokausten den Fußboden erwärmen.

### **2.6.1 Warmwasser-Fußbodenheizungen**

Bei Warmwasser-Fußbodenheizungen in Kirchen entspricht die Technik der aus dem Wohnungsbau. Wenn die Erneuerung des Wärmeerzeugers ansteht, sollte der Einsatz eines Brennwertkessels oder einer Erdreich-Wärmepumpe geprüft werden. Die Rahmenbedingungen für diese Techniken sind bei Fußbodenheizungen in Kirchen hervorragend: Das Temperaturniveau des Heizwassers ist niedrig, die Brauchwasserbereitung entfällt und das System wird während der Heizperiode meist durchgängig genutzt.

### **2.6.2 Elektro-Fußbodenheizungen**

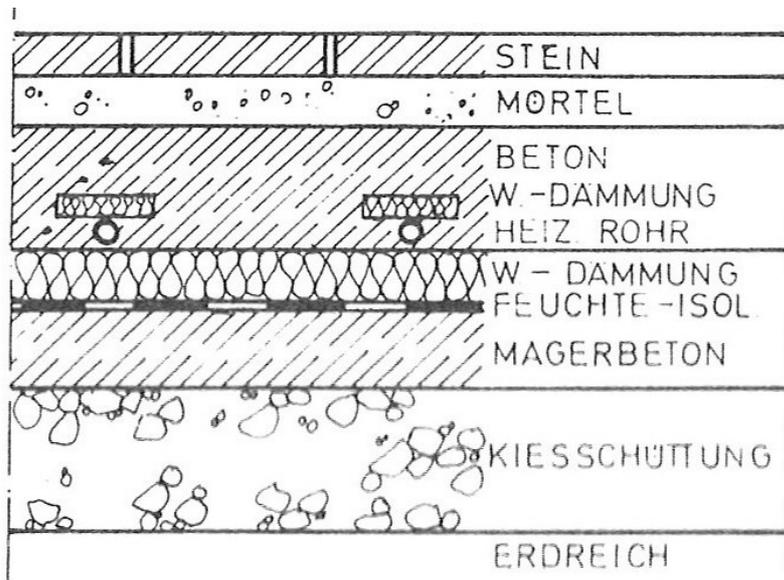
Elektro-Fußbodenheizungen sind mit besonderer Vorsicht zu behandeln. Da der normale Strombezug erheblich teurer als Wärme aus Erdgas oder Heizöl ist, werden Elektro-Fußbodenheizungen oft mit Nachtstrom betrieben. Um für den Tag annehmbare Raumtemperaturen zu erreichen, wird daher in der Nacht mit sehr großen Heizleistungen vorgeheizt. Schädigungen der Einbauten sind schnell die Folge. Ein weiterer Nachteil ist die häufig sehr rudimentäre Regelungstechnik: Selten findet man bei Elektro-Fußbodenheizungen eine Regelungsmöglichkeit, die über einen Ein-Aus-Schalter hinausgeht. Eine bedarfsgerechte Fahrweise ist in diesen Fällen nicht möglich.

### **2.6.3 Warmluft-Fußbodenheizungen**

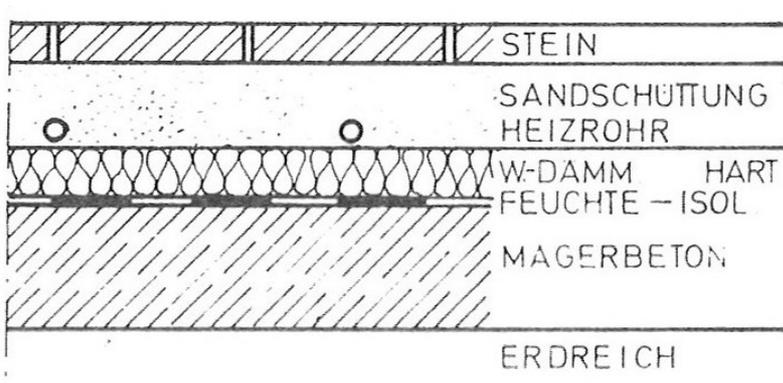
Warmluft-Fußbodenheizungen kommen in Kirchen nur selten zum Einsatz. Bei diesen Heizungen strömt warme Luft unter den Fußbodenplatten entlang und erwärmt sie so von unten. Nachteilig ist, dass die Röhren des Hypokaustum nur selten zugänglich sind und daher nur sehr schwer gereinigt werden können. Umso wichtiger ist die Säuberung der Luftfilter. Außerdem sollte die Luft der Hypokaustenheizung nicht mit der einer klassischen Warmluftheizung vermischt werden, da sonst der Schmutz in den Kirchenraum geblasen wird.

Diese Heizungsart gibt die Wärme zu einem vergleichsweise hohen Anteil (50° - 60° als Strahlung ab. Da bestrahlten Flächen erwärmt werden können, bedeutet dies die Fußbodentemperatur 22° C möglichst nicht übersteigen darf, wird schon dadurch der konvektive Auftrieb gering gehalten.

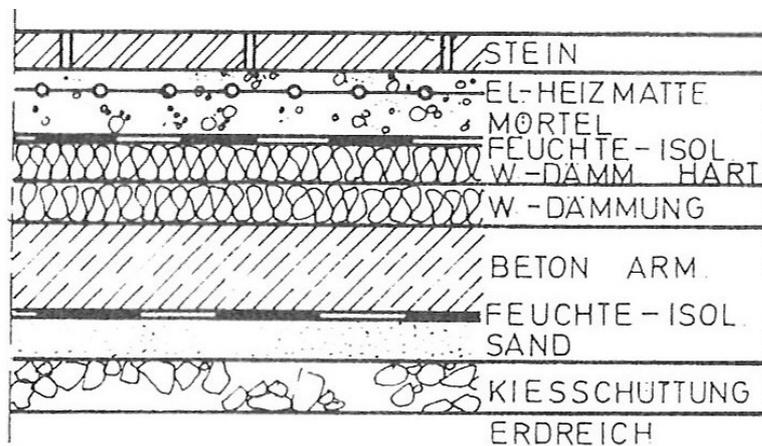
**Skizzenhafter Aufbau verschiedener Fußbodenheizungssysteme**



Heizrohr im Estrich



Heizrohr in der Sandschüttung



Elektrische Heizmatte unter dem Steinbelag

Den gesamten Wärmebedarf durch Fußbodenheizung zu decken, ist wegen des ungünstigen Verhältnisses Kirchenvolumen zu nutzbarer Bodenfläche nicht möglich, so dass –sollte diese Höhe der Beheizung überhaupt gefordert werden – zusätzliche Heizsysteme notwendig werden. Als Anhaltswert können angesetzt werden: Wärmeabgabe < 100 Wärmeeinheiten / Quadratmeter Bodenfläche.

Eine Sonderstellung nimmt die Fußbodenwarmluftheizung ein, wenn die Luft im offenen System nach Durchspülen des Fußbodens noch durch Luftauslässe an den Raum abgegeben werden kann. Je nach Lage der Kirche und geologischer Beschaffenheit des Erdbodens, bietet sich hier eine Möglichkeit der kontinuierlichen Luftbefeuchtung an, wenn im Gegensatz zu allen üblichen Ausführungen der Wärmeträger –also hier der Luftstrom – nicht gegen das Erdreich wärmegeämmt wird. Zwar ist die Ausführung raumintensiv und teuer handwerklich zu erstellen, auch geht permanent Energie an das Erdreich verloren, doch nimmt der Warmluftstrom stetig Feuchtigkeit aus dem überbauten Erdreich auf; sie steigt kapillar auf und verdunstet an der stets warm überströmten Oberfläche. Dies bedeutet jedoch, dass gerade die erwünschte Heizweise –nämlich geschlossener Kreislauf für Grundheizung und durch Klappen gesteuerter offener Kreislauf bei erforderlicher Zusatzheizung- nicht durchgeführt werden kann: Vor- und Nachteile beider Möglichkeiten müssen deshalb gegeneinander abgewogen werden.

Für die Flächenheizung mit Warmwasser werden allgemein, also auch bei Kirchenheizungen, Kunststoffrohre beziehungsweise Schläuche verwendet.

## **2.7 Sitzbankheizung**

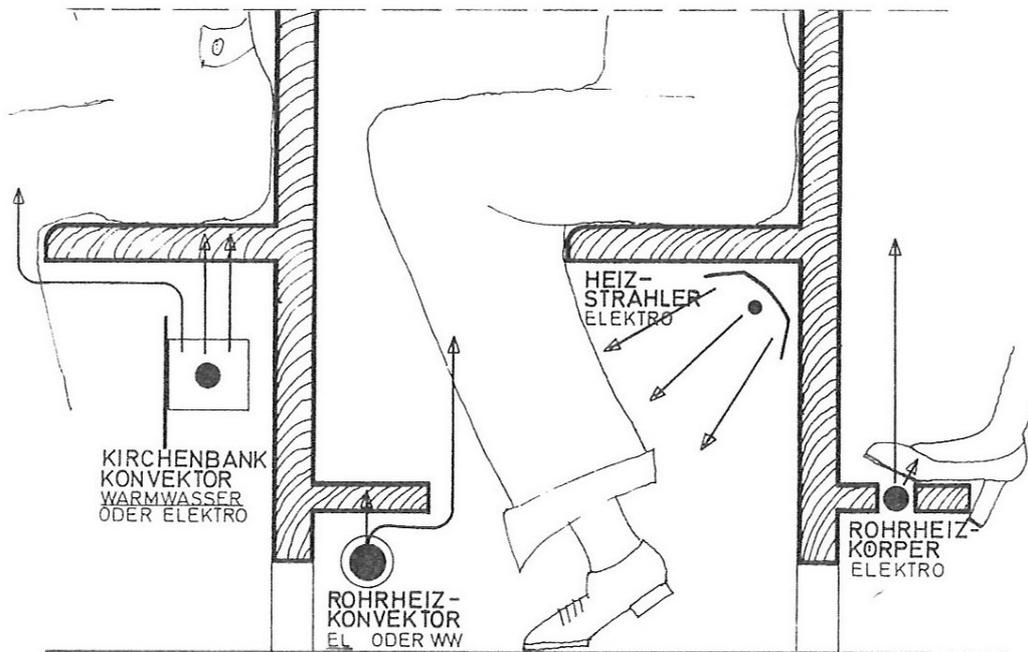
Eine andere kirchenspezifische Heizungsart ist die Sitzbankheizung.

Hier ist zwischen ebenfalls zwischen verschiedenen Systemen unterschieden.

Ältere Systeme sind meist als Unterbankstrahler ausgeführt und oft erheblich überdimensioniert, was nicht nur zu einer Schädigung der Bänke führen kann, sondern auch vom Kirchenbesucher als unangenehm wahrgenommen wird. Neuere Systeme sind dagegen als elektrisch beheizte Sitzkissen gestaltet. Besonders sparsame Modelle schalten sich erst dann ein, wenn sich der Kirchenbesucher auf das Kissen setzt.

## 2.7.1 Kirchenbankheizung

Diese Beheizungsart kann Heizstrahler umfassen, doch wird hierunter in der Regel ein kleiner Rohrkonvektor verstanden, der primär Sitzfläche und Beine der Kirchenbesucher erwärmt. Diese Heizungsart dient sinnvollerweise ausschließlich zur Erwärmung während des Gottesdienstes; die Belastung des Raumklimas ist dadurch sehr gering. Als Wärmeträger können Warmwasser oder auch ölfüllte Elektrokonvektoren oder ähnliches verwendet werden. Neuerdings werden für Kirchenbankheizung auch Heizfolien angeboten, also Kunststoffbahnen mit eingeschweißtem Heizdraht. Alternativ werden beheizbare Sitzbankauflagen angeboten.



Übersicht Sitzbankheizungen

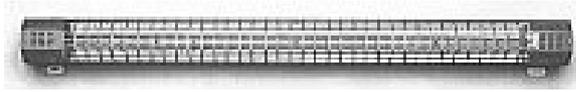


Warmwasser-Rohrheizkonvektor



Elektro-Rohrheizkonvektor

## 2.7.2 Heizstrahler

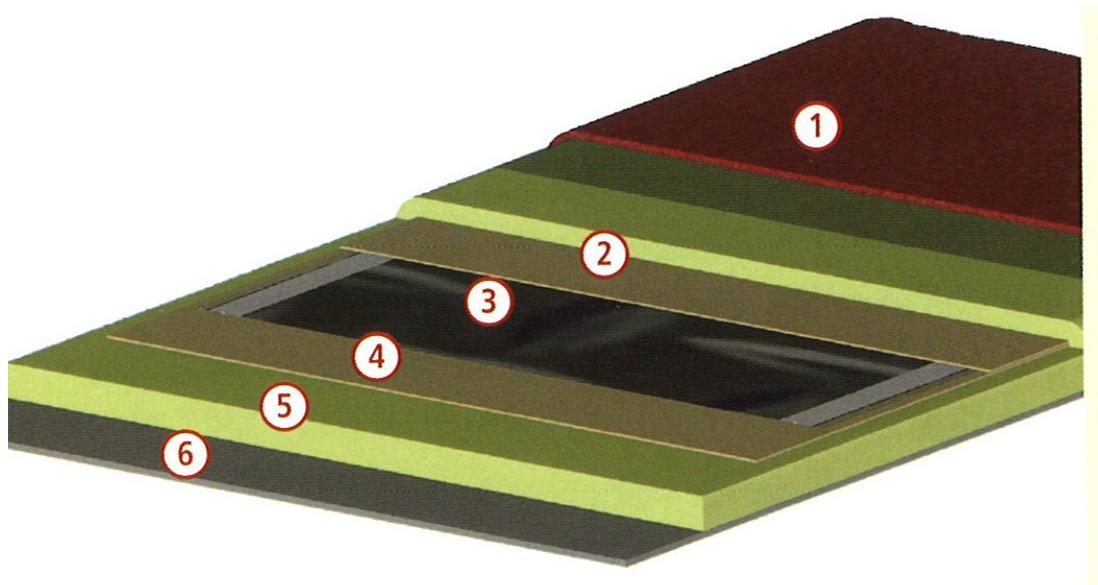


Theoretisch wäre es möglich, auch in Kirchen die Wärme durch entsprechende Geräte weitgehend durch Strahlung abzugeben. Da aber die Strahlungsintensivität bei Entfernung rasch abnimmt, zudem nur alle tatsächlich bestrahlten Flächen erwärmt werden können, bedeutet dies ein Aufstellen von Heizkörpern ähnlich Fabrikhallen oder Freiluftplätzen. Dies kann aus ästhetischer Sicht nicht in Betracht gezogen werden. Die Anwendung von Heizstrahlern in Kirchen beschränkt sich somit ausschließlich auf Bänke. Heizstrahler erwärmen in der Regel Fuß und Bein des Kirchenbesuchers und einen Teil des Fußbodens und Gestühls, wovon dann Wärme konvektiv aufsteigt.



In Verbindung mit Holzpodesten besteht hier auch ein Risiko der Bildung von Pilzschädlingen bis hin zum Hausschwamm. Der Zwischenraum unter den Holzpodesten wird stark erwärmt, somit kann die Luft große Mengen Feuchtigkeit aufnehmen, die sie bei Abkühlung als Kondensat an die Bauteile abgibt. Diese ständige Durchfeuchtung in Verbindung mit anderen Randbedingungen, sorgt für ein Pilzfreundliches Klima.

### 2.7.3 Sitzpolsterheizung



- 1 Stoffbezug
- 2 Stabilisierungsschicht
- 3 Glasgewebeheizung
- 4 Stabilisierungsschicht unten
- 5 Füllschaum
- 6 Rutschfester Gewebekauschuk

Bei der Sitzkissenheizung wird nicht die Raumluft, sondern die Personen beheizt. Dadurch vermeidet man unangenehme Luftschichtungen sowie Staubaufwirbelungen



und Kondensation. Durch die geringe Masse besteht auch eine niedrige Wärmeträgheit. Der im Sitzpolster integrierte Flächenheizleiter ist ein Glasfasergewebe, das mit elektrisch leitendem Kunststoff „PTFE-Carbon“ beschichtet ist. Der Heizleiter ist vollisoliert, somit ist kein Schutzleiter erforderlich. Der Vorteil

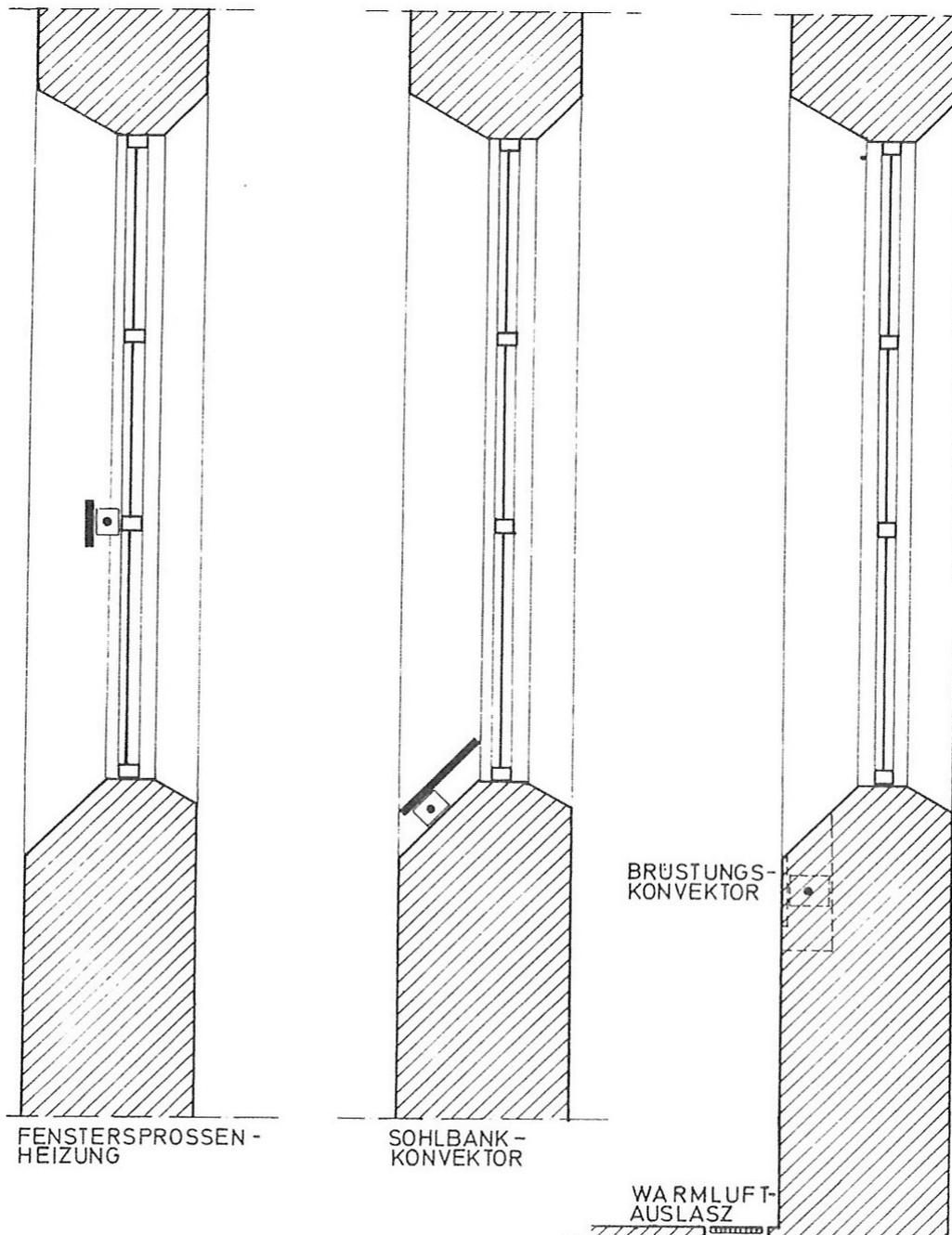
dieses Heizsystems liegt darin, dass durch die geringe Wärmeabstrahlung das Gebäude nicht zusätzlich durch kurzfristige Temperaturschwankungen belastet ist. Da der Kirchenraum kalt bleibt, treten starke, unangenehme Luftbewegungen durch das Heizsystem oder durch Kaltluftabfall im Fensterbereich nicht auf. Die Anschaffungskosten wie auch die Energiekosten sind gering. Die Bankauflagenheizung hat eine elektrische Leistung von ca. 70 – 80 Watt pro lfm. Bei geringer Besucheranzahl muss nicht die ganze Heizanlage in Betrieb genommen werden.



Sitzkissenheizung

## 2.8 Zusatzheizflächen

Zusatzheizflächen können in Form von Brüstungskonvektoren, Sohlbankkonvektoren, Fenstersprossenheizungen etc. angebracht werden. Diese sollen die unangenehmen Begleiterscheinungen bei der Beheizung der Kirchen in Form von Luftzug durch das Einfallen kalter Luft im Bereich der Außenwände und vor allem im Bereich der Fenster abmildern.



### 2.8.1 Schleierheizung

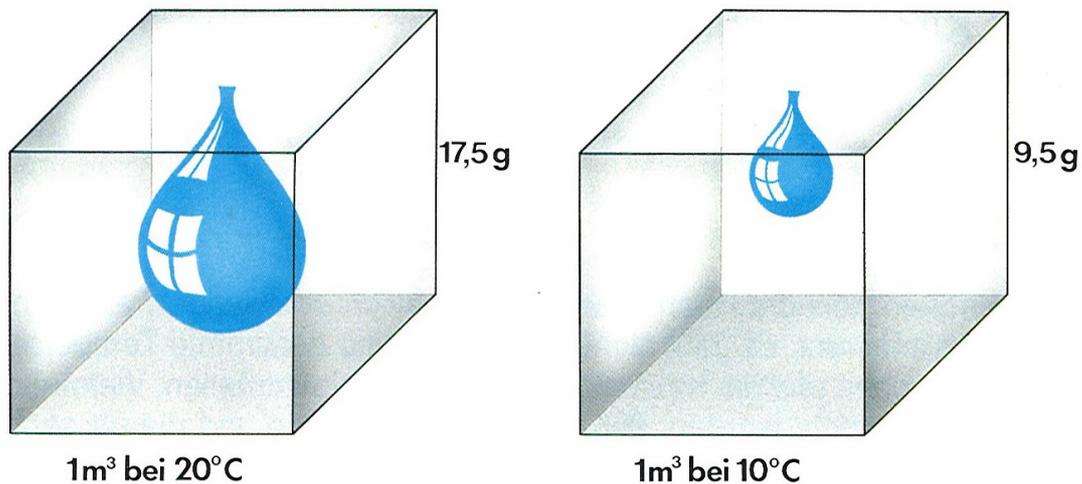
Der aufsteigende Wärmeschleier wirkt der einfallenden kalten Luft entgegen und verringert hierdurch die Zugscheinung.



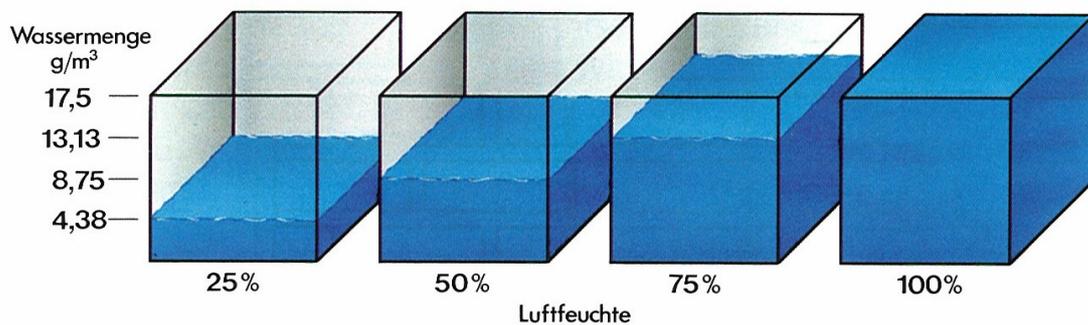
Schleierheizung

## 2.9 Luftbefeuchter

Bei der Projektierung von Kirchenheizungen wird häufig auch Luftbefeuchtung gefordert. Dieser, theoretisch betrachtet, stets richtigen Entscheidung liegt die Tatsache zugrunde, dass warme Luft mehr Feuchtigkeit „trägt“ als kalte; d.h. dass der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft bei Erwärmung sinkt, also eine Volumeneinheit Luft nun weniger Wasserdampf enthält: die Luft ist –relativ! – trockener, so dass der Luft künstlich Feuchtigkeit zugeführt werden muss, wenn die relative Feuchtigkeit der bisher nicht erwärmten Luft beibehalten werden soll.



Gramm Wasserdampf in 1 m<sup>3</sup> Luft bei unterschiedlichen Temperaturen.



Gramm Wasserdampf in 1 m<sup>3</sup> Luft bei 20°C und verschiedener relativer Luftfeuchte.

Eine technisch sinnvolle Luftbefeuchtung ist nur bei Warmluftheizungen möglich. Es sind drei Verfahren in Kirchenheizungen anwendbar:

- Verdunster
- Verdampfer
- Zerstäuber.

### **2.9.1 Verdunster:**

entziehen die zur Verdunstung notwendige Wärmemenge der Warmluft, so dass der Auslegung der Heizung ein erhöhter Wärmebedarf zugrunde zu legen ist. Eine gewünschte Zuordnung zu bestimmten Luftauslässen ist möglich. Örtliche Verdunster, wie sie beispielsweise in Museen zur Anwendung kommen, können in der Regel wegen ihrer vergleichsweise geringen Verdunstungsmenge, aber auch aus ästhetischen Gründen in Kirchen nicht verwendet werden.

### **2.9.2 Verdampfer:**

Bei Befeuchtung durch Dampfzusatz bleibt die Temperatur der Warmluft nahezu unverändert, dafür ist mit schnellerer Ansammlung von Rückständen zu rechnen.

### **2.9.3 Zerstäuber:**

Zusätzlich zu dem auch hier erhöhten Wärmebedarf werden bei der Zerstäubung mineralische Beimengungen des Wassers im Raum verteilt, die als feinstes staubartiger Niederschlag sichtbar werden. Da diese Geräte zudem verhältnismäßig laut sind und einen hohen technischen Aufwand erfordern, ist ihre Anwendung in Kirchenräumen abzulehnen.

## **2.10 Risiko der künstlichen Luftbefeuchtung**

In der Praxis kann diese Entscheidung jedoch weit reichende und negative Folgen haben. Im Kirchenschiff tritt nämlich die erwärmte und befeuchtete Luft auf Umschließungsflächen und Ausstattungsstücke, die entweder dank Masse ihre Kälte noch relativ lange halten können – Außenwände, Stein- und Stuckkanzeln, Altartische, Plastiken, Säulen und Decken usw. – oder aber Bauteile mit geringer Wärmedämmung, wie abgehängte Decken und Gewölbe, Apsidenabmauerungen, Fenster usw.

Es tritt nun der umgekehrte Prozess auf, dass die warme befeuchtete Luft am und im Bauteil abkühlt wird, sich ihre relative Feuchtigkeit erhöht oder sogar der Taupunkt überschritten wird.

An massiven Bauteilen bedeutet dies meist nur, dass sich in ihnen die Feuchtigkeit der innenraumnahen Schichten erhöht, bei dünneren oder extrem kalten Bauteilen kommt es zu Wasserbildung durch Taupunktunterschreitung.

Im ersteren Fall, der meist unbeachtet bleibt, müssen keine Schäden auftreten; es ist jedoch leider nicht vorhersehbar, welcher Grad von gebundener Feuchtigkeit in Wirklichkeit erreicht wird und wo die Schadengrenze liegt.

Die Gefährdung ergibt sich aus der Tatsache, dass ein feuchteres Bau- oder Ausstattungsteil rascher verschmutzt, da Staubpartikel leichter festgehalten werden als an trockeneren Oberflächen. Zu der sichtbaren Verschmutzung, die noch dazu unterschiedlich verläuft entsprechend den unterschiedlichen Temperaturen und damit der Feuchtigkeitsgehalt der einzelnen Teile, kommt noch hinzu, dass die Ansiedlung organischer Schädlinge erleichtert wird und Schadstoffe der Luft mit dem Wasser zu teilweise hochschädlichen Verbindungen reagieren. Besonders gefährdet sind hierbei Fresken, hoch liegende Stuckaturen, Altaraufbauten, Kirchenfenster.

Da sich die Feuchtigkeit gerade dann an der Außenhülle niederschlägt, wenn die Oberflächentemperatur der Wand spürbar kälter als die Raumluft ist, sollte die Temperaturdifferenz zwischen Wand und Raumluft möglichst gering gehalten werden.

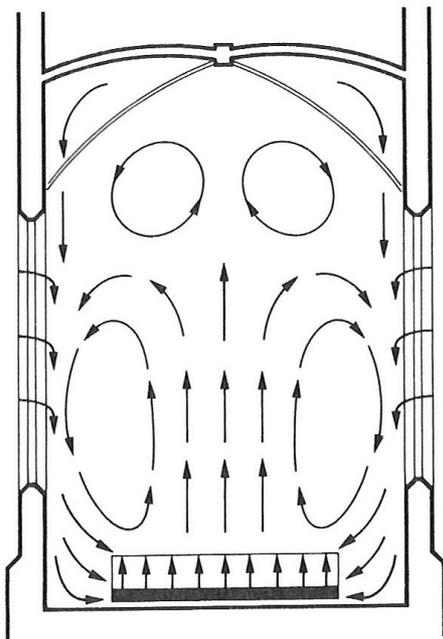
Leichter erkannt werden die Folgen der Taupunktunterschreitung. Hier kondensiert der unsichtbare Wasserdampf zu Wasser in flüssigem Aggregatzustand: das Bauteil durchnässt, die Schäden können denen des Regendurchschlags entsprechen.

Aufgabe jeder Heizungsprojektierung für Kirchen sollte es sein, durch gezielte bauphysikalischen Maßnahmen, wie sie bereits erwähnt wurden, und durch sinnvolle Regelung des Heizungsbetriebes den temperaturbedingten Feuchtigkeitsabfall der Raumluft so gering zu halten, dass eine künstliche Befeuchtung unterbleiben kann. Es wird dabei nochmals auf die Gefahren einer Trockenlegung für den Feuchtigkeitshaushalt der Kirche hingewiesen.

Jede Absenkung der einer künstlichen Befeuchtung zugrunde gelegten Lufttemperatur, sei dies durch Einschränkung des Heizbetriebes oder – was gefährlicher, weil schwieriger voraussehbar – durch unregelmäßigen Temperatureaufbau in den verschiedenen Kirchenraumteilen, kann Tauwasserbildung in den Außenwänden oder an den Fenstern nach sich ziehen.

### 3 Luftführung

Unter „Luftführung“ wird üblicherweise der durch Zu- und Abluftöffnungen erzwungene Strömungsverlauf der Luft in klimatisierten Räumen verstanden, wie dies in der Kirche ausschließlich bei Warmluftheizungen geschieht. Der Begriff „Luftführung“ wird hier jedoch angewandt auf alle Luftbewegungen durch Beheizung: dieser Vorgang ist entscheidend für Wert und Unwert des jeweiligen Heizsystems.



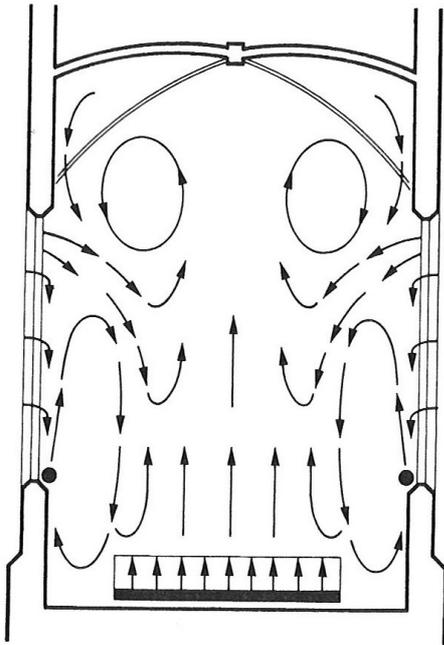
Während des Gottesdienstes entsteht auch in ungeheizten Kirchen ein thermischer Auftrieb über den Kirchenbesuchern. Dieser bewirkt, dass die an den Außenwandinnenseiten und Fenstern herabfallende Kaltluft ins Gestühl nachfließt

Gleichzeitig haben bei Heizung alle Warmluftströme das Bestreben, nach oben zu steigen. Durch die großen Raumhöhen, aber auch durch die Architekturdetails – Emporen, Gewölbe, Kuppeln – bilden sich Wärmepuffer, die einen eigenen, unkontrollierten

Raumluftzustand annehmen und schweren Schaden an Deckengemälden, Fenstern, Orgeln usw. hervorrufen können.

Das letztere könnte optimal dann erreicht werden, wenn statt der Gewölbeschlusssteine durch Druckringe Öffnungen eingesetzt werden, durch die die Warmluft zur Wiederverwendung entsprechend einer Lüftungsanlage abgesaugt wird. Dies wird freilich aus denkmalpflegerischen und auch aus finanziellen Erwägungen meist nicht möglich sein. In der Praxis werden meist umgekehrt die schon vorhandenen Gewölbeöffnungen verstopft oder abgedeckt. Andererseits entsteht bei Belassen dieser Öffnungen ein kontinuierlicher Wärmeverlust mit Fehlluftbedarf, der wiederum Zugerscheinungen hervorruft. Diese werden umso stärker, je höher die Raumlufttemperatur ist. Den technischen Ausweg aus diesen beiden unvereinbaren Forderungen bringt allein eine Regelung durch

Temperaturfühler im Kuppel- beziehungsweise Tonnenbereich durch Schließung der Gewölbelüftung.



Das günstigste senkrechte Temperaturprofil zeigten bisher allgemein Fußbodenheizungen (1 – 3 grad); der Luftauftrieb ist wegen der geforderten niedrigen Bodenoberflächentemperatur sehr schwach, jedoch kann dadurch die zufließende Kaltluft meist nicht abgefangen werden.

Eine Abhilfe bringen nur entweder Zusatzheizflächen an den Außenwänden oder ein offener Warmluftkreislauf, der zusätzlich zur Fußbodenheizung noch Warmluftauslässe – auch an den Außenwänden- vorsieht.

Zwischenzeitlich wurde die durch Gas- oder Ölbrenner mögliche, rasche Warmluftbeheizung von Kirchen mit all ihren großen Nachteilen unkontrollierter oder unerwünschter Luftführung durch eine zeitabhängige Regelung so wesentlich verbessert, dass auch in hohen Kirchenräumen das Temperaturprofil nur Differenzen unter zwei Grad Celsius zeigt

### 3.1 Luftführung bei Orgeln und Emporen



Im Bereich von Emporen sind Wärmestaus unterhalb dieser und vermehrte Zuglufterscheinungen oberhalb der Emporen keine Seltenheit. Die hierbei entstehenden unterschiedlichen Temperaturverläufe sorgen nicht nur für ein unangenehmes Wohlbefinden, sie können auch Bauschäden durch Tauwasseranfall oder Verformungsschäden (siehe Kapitel 1 Seite 5), zu Rissen im Holz oder zu abbröckelnder Farbe führen.

Erfahrungsgemäß sind Schäden an Orgeln auf jener Seite am geringsten, auf der sich der Emporenzugang befindet. Durch die Treppenöffnung ist ein fortwährender Luftwechsel möglich, ein Wärmestau wird somit verhindert. Öffnungen in den Emporen könnten dieser Problematik entgegensteuern.

## **4 Wirtschaftlichkeit**

Jede Kirchenheizung ist ein „individuelles“ Projekt, so dass sich keine, im sonstigen Neubau möglichen Faustformeln zur überschlägigen Kostenermittlung geben lassen.

Bei den Überlegungen sollten jedoch verschiedene Fakten überdacht werden.

Eine Überlegung gilt der Energiequelle. Soll die Kirche mit fossiler oder erneuerbarer Energie beheizt werden. Ist eine Kopplung des Heizsystems mit anderen Gebäuden (Pfarrhaus, Gemeindehaus, Kindergarten) möglich und sinnvoll? Weiter sind in einer Kostenrechnung das Verhältnis von Investitions- zu Unterhaltskosten zu klären und die baulichen Nebenkosten, die ein Vielfaches der Heizungsanlage ausmachen können. Der technische Aufwand wie auch die tatsächliche Nutzung des Heizsystems sind ins Auge zu fassen. Wie oft wird die Kirche genutzt? Dient sie als Gemeinderaumersatz, wird sie in der Woche mehrmals, einmal oder nur vierzehntägig genutzt. Ist es möglich in den Wintermonaten (Dezember bis Februar) ein anderes Gebäude (z.B. Gemeindehaus) als Winterkirche zu nutzen? Diese Aufzählung von Fragen ist unvollständig und von Kirche zu Kirche unterschiedlich. Bei Erarbeitung und Klärung der Punkte wird mit Rücksicht auf die Bauphysik und der Eigenheit der jeweiligen Kirche das wirtschaftlichste Heizsystem herauskristallisieren.

## 5 Gesichtspunkte und Empfehlungen der Denkmalpflege

Eine im Sinn der Denkmalpflege „beste“ Kirchenheizung, die für jedes Bauwerk gilt, gibt es nicht, es sei denn -keine Heizung- da jede Beheizung in der Regel nur den Kirchenbesuchern, nicht aber dem Kirchenraum und dessen Ausstattung dient. Eine seltene Ausnahme dieser Behauptung bilden nur jene Kirchen, in denen sinnvoll verlegte Heizung der Sanierung des Mauerwerks dient.

Wie weit die Gläubigkeit der Kirchenbesucher, heute von einigen Graden Celsius mehr abhängt als früher, soll nicht Frage technischer und kunsthistorischer Betrachtung werden, doch muss immer wieder an die Relationen von Heizzeit und Nutzungszeit erinnert werden und daran, wann die Zerstörung unwiederbringlichen Kulturgutes leichtere Winterkleidung rechtfertigt.

Wird eine Heizung trotz aller Bedenken geplant, so sollte zuerst geprüft werden, ob nicht doch der gewünschte Effekt, dem Kirchgänger und dem Pfarrer mehr Behaglichkeit zu bieten, durch örtliche Strahler bzw. Kirchenbankheizungen erreicht werden kann. Unter Umständen mag es sogar genügen, die ersten zehn Bankreihen so zu beheizen, um damit den älteren Kirchenbesuchern und kleineren Kindern zu helfen. Jede Bankheizung gibt eine vergleichsweise hohe Temperatur direkt an den Kirchenbesucher ab. Bei feuchter Witterung zeigt sich deshalb eine sprunghafte Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit. Auch wenn diese in ihrer prozentualen Zunahme überraschend gering ist (nur einige Prozent!) muss solch abrupte Änderung des Luftzustandes negativ gesehen werden.

Die auf die Holzbohlen einwirkende Strahlung zeigt leider auch eine unerwünschte Nebenwirkung: Der unter der Bohlenkonstruktion liegende Hohlraum wird – wenn auch vergleichsweise geringfügig – ebenfalls erwärmt. Es kommt dadurch zur Erhöhung des Wasserdampfgehalts der dort eingeschlossenen Luft, was wiederum, vor allem nach dem Ausschalten der Heizung, zur Kondensation führt. Diese Tropfenbildung an den Holzflächen führt zwangsläufig zu einer Vermorschung von Brettern und Bohlen, selbst dann, wenn diese bisher viele Generationen scharrender Füße überstanden haben.

Werden elektrische Kirchenbankheizsysteme gewählt, ist wegen erhöhter Brandgefahr besonders auf sachgemäße Ausführung zu achten. Da die Gefahr einer Überhitzung von Holzteilen durch bewussten oder unbewussten Dauerbetrieb nie ausgeschlossen werden kann, empfiehlt sich ein Zeitschalter, der die Heizung bei Inbetriebnahme nach 1 – 2 Stunden wieder selbsttätig abstellt.

Noch einen Schritt weiter führt die Fußbodenheizung; sie ermöglicht das Anheben der gesamten Raumtemperatur um einige Grad und kann so in Kirchen mit leichten Nässeschäden auf lange Sicht sogar Besserung bringen. Die Anordnung der Heizschlangen kann darauf Rücksicht nehmen, so dass an den besonders belasteten Wänden etwas mehr, vor Kunstwerken etwas weniger Wärme abgegeben wird. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der partiellen Erwärmung, wie etwa einiger Quadratmeter Fußbodens vor dem Altar.

Ein Nachteil jeder Fußbodenheizung ist die nach oben zunehmende Verschmutzung, die wohl mit der ungleichen Austrocknung der Raumumfassungsflächen erklärt werden kann.

Leider verführt die Anlage einer Fußbodenheizung häufig dazu, auch unter den Bänken zu heizen, was aus technischem Zwang zum Abbau des erhöhten Holzfußbodens unter der Bestuhlung / Bebankung führt: Holzbohlen sind durch ihren vergleichsweise hohen Wärmedämmwert kein geeigneter Belag bei Bodenheizung.

Fußbodenheizung sollte deshalb nur Grundheizung sein und im Bereich der Gänge, evtl. im Chor verlegt werden. Bedacht werden muss dabei jedoch, dass jedes Fußbodenheizungssystem durch bauliche Eingriffe zur Zerstörung des originalen historischen Bodens führt.

Ein Gesichtspunkt der Raumhygiene spricht dabei sehr für den Einbau der Fußbodenheizung auch in Baudenkmalen: Die Strahlung warmer Flächen – und der Fußboden ist hier als strahlende Fläche anzusehen – erlaubt stets bei gleich bleibendem Behaglichkeitsempfinden eine im Vergleich zu anderen Heizungsarten niedrigere Raumtemperatur – und gerade dies wird in alten Kirchengebäuden gewünscht.

Die erforderliche Raumbeheizung bringt allein die rasch wirkende Warmluftheizung. Im „rasch“ aber liegt ein verhängnisvoller Denkfehler. Wie schon erwähnt, darf das

Feuchtegleichgewicht der Innenausstattung möglichst wenig gestört und wenn, nur langsam verändert werden. Der Grund hierfür wird am deutlichsten beim Holz, das in seiner natürlichen Feuchtigkeitsabgabe und –aufnahme gegenüber der jeweiligen Luftfeuchtigkeit einen gewissen „Nachlauf“ zeigt, der noch dazu bei Wiederbefeuchtung langsamer und inhomogener verläuft als bei Trocknung; dies drückt sich in einer bestimmten Feuchtigkeitsdifferenz zur Luft aus. Wird diese Differenz bei Feuchtigkeitsabgabe zu groß, springt das Holz. Diese Differenz ist extrem gering; sie beträgt nach empirischen Ermittlung nur wenige Prozent.

Der schon erwähnte Richtlinien text nennt deshalb eine maximale Geschwindigkeit der Temperaturänderung durch Beheizung von max. 1,5 grad./h.

Dieser Wert bedarf aber noch dringend der Ergänzung, dass damit nicht nur die Temperaturzunahme an einem bestimmten Punkt des Kirchengrundrisses gemeint sein darf, sondern ebenfalls die Geschwindigkeit der vertikalen Temperaturzunahme beobachtet werden muss. Hier liegt die große Gefahr bei Warmluftheizungen: alle Systeme - und haben sie noch so ausgeklügelten Strömungsverlauf – bilden Wärmepolster. Eine Lösung kann hier nur eine entsprechend empfindliche Regelung bringen. Wesentliche Kriterien sind hierbei eine möglichst niedrige Lufttemperatur und die elektronische Absicherung eines langsamen Temperaturanstiegs im Raum. Hierbei darf dieser Wert an keiner Stelle der Kirche 1,5 grad./h überschreiten

Erfahrungen zeigen, dass bei geringen Luftgeschwindigkeiten die Warmluftssäule bereits nach einigen Metern endet; der natürliche Auftrieb der Warmluft wird also durch permanente Vermischung mit der Raumluft gedämpft. Geringe Luftgeschwindigkeiten verlangen aber wieder mehr an Luftaustrittsfläche und vor allem auch eine gleichmäßige Verteilung über den gesamten Kirchenraum.

Jener bei allen Systemen der Kirchenheizung gefürchtete Vorgang des Trocknens beim Heizen und Wiederdurchfeuchten bei Abkühlung bringt vor allem in trockengelegtem Mauerwerk desto schneller eine Zerstörung der Putz- und Maloberflächen, je wärmer allgemeine Lufttemperatur oder die Luftpolster werden. Die hierzu vorgeschlagene Sanierung durch Befeuchtung ist häufig keine Lösung: zum einen ist die Menge des nun von außen in die Bauteile aufnehmbaren Wassers abhängig von der Bauteiltemperatur und damit auch der Bauteildicke. Das heißt, dass eine im Wandteil durchaus zuträgliche Durchfeuchtung im Kuppelbereich oder in den Raumecken bereits zum Schimmeln der organischen Farbteile führt, was

zusätzlich wieder deren Quellen und damit auch zerstörende Volumenänderungen verursacht. Zudem haben Beobachtungen und Laborversuche gezeigt, dass Farbschichten unterschiedlich auf Durchfeuchtung von innen, also von der Seite des Schichtträgers – Putz, Mauerwerk – und von außen, also Luft reagieren. Die bekannten Werte der Erhaltung auch ältester Malschichten basieren fast ausschließlich auf Feuchterhalten von der Trägerseite her.

Abhilfe drohender Kondensation und damit Niederschlag der Luftfeuchte kann zum einen die zusätzliche Dämmung bringen, was jedoch bei manchen Bauteilen, wie etwa Konchen, die in die Mauerstärke integriert sind, unmöglich ist. Auch die oft durchgeführte dachraumseitige Gewölbeseicherung ist häufig nicht oder nur sehr erschwert durchführbar. Zum zweiten wird nochmals darauf hingewiesen, wie sehr der Verfall der Kirchengestaltung im Decken-, Kuppel- und Gewölbereich durch das Verschließen der Lüftungslöcher beschleunigt werden kann. Zusätzlich zu den genannten Gefahren können dann Luftpolster eine Zustandsänderung erfahren, die eine Entwicklung organischer Schädlinge begünstigt.

Weiterhin – und bisher im Zusammenhang mit Kirchenheizung meist unbeachtet – droht den Kirchenfenstern Gefahr. Wenn auch die relative Luftfeuchtigkeit durch Befeuchtung gleich bleibt, steigt doch die absolute. Dies bedeutet, dass die Oberflächen mit etwa gleich bleibender Temperatur – und dies ist trotz Beheizung bei Einscheibenfenstern der Fall – der Taupunkt schnell unterschritten wird. Durch die große Fugendurchlässigkeit von Kirchenfenstern werden auch Schadstoffe wie SO<sub>2</sub> in den Kirchenraum gespült und verbinden sich dort mit dem Tauwasser zu aggressiven Säuren (hier:  $H_2O + SO_2 = H_2SO_3$  = schwefelige Säure), so dass die Zerstörung wertvollster Glasausstattung gerade wieder durch Beheizen und Befeuchten der Kirche beschleunigt wird. Wie weit diese Gefahr droht, kann vergleichsweise einfach geklärt werden. Messungen an den einzelnen Scheiben durch Hygrographen über einen längeren Zeitraum werden mit den durch Heizung geplanten Luftzuständen rechnerisch verglichen und diese den maximalen Möglichkeiten angepasst. Eine Unterstützung können dabei auch die aufgezeigten Zusatzheizflächen bringen, doch ist auch vor deren Anwendung ihre Wirkung auf die historischen Fenster zu überprüfen.

Vereinzelt werden Kirchenheizungen mit Einzelheizgeräten wie Konvektoren, Radiatoren, Gas- und Nachtstromspeicheröfen geplant. Schon aus formalen

Gesichtspunkten müssen diese Anlagen fast immer abgelehnt werden. Ihre heiztechnische Wirkung ist zudem aber fragwürdig: da hier nur punktuell Einzelgeräte aufgestellt werden, geben diese auch bei höherer Heizleistung nur Warmluftfahnen ab; ihre Heizleistung darf also nicht entsprechend Wärmebedarf addiert werden. Diese Wärmefahnen aber überschreiten in ihrem Bereich die Maximalwerte und führen oft zu schnellen Schäden am Kunstgut. Die Anwendung solcher örtlichen Heizkörper muss deshalb auf sehr kleine Kirchen und Kapellen beschränkt bleiben.

Ein wesentlicher denkmalpflegerischer Gesichtspunkt liegt letztlich noch in der Tatsache, dass trotz sachgemäßer Heizung und guter Luftführung die Heizweise nach Abschluss der Einbaumaßnahme kaum mehr weiter kontrolliert werden kann.

Eine nur zwanzig Jahre alte Befragung – zu dieser Zeit lagen die allgemein geforderten Raumtemperaturen noch um zwei bis fünf Grad niedriger als heute! – zeigt, dass sowohl der abzulehnende periodische Heizbetrieb (55 %), Temperaturen über 12 ° C (60 %), zu rasche Aufheizung (70 %) die Regel waren.

Die optimale Kombination ist deshalb fast nie eine Frage der technischen Möglichkeiten sondern der Überlegungen, ob eine Kirche überhaupt beheizt werden soll und falls ja, durch welche Temperaturen optimal die Forderungen von Kirchenbesuchern und Kirchengestaltung erfüllt werden können.