

-3.3 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf \dot{Q} kurzzeitig benutzter Räume läßt sich nicht nach den normalen Wärmedurchgangszahlen in DIN 4701 berechnen, da kein Beharrungszustand erreicht wird. Es muss eine gesonderte Berechnung¹⁾ für speichernde und nicht speichernde Bauteile vorgenommen werden.

$$\dot{Q} = \dot{Q}_F + \dot{Q}_W + \dot{Q}_L$$

mit

\dot{Q}_F Wärmebedarf für Fenster und andere nichtspeichernde Bauteile (u. a. Decke)

\dot{Q}_W Wärmebedarf zum Aufheizen speichernder Bauteile (auch Fußboden)

\dot{Q}_L Lüftungswärmebedarf,

wobei gilt:

$$\dot{Q}_W = \frac{A_W}{R_Z} \cdot (t_i - t_0)$$

mit

A_W Oberfläche der wärmespeichernden Bauteile in m^2

R_Z von der Aufheizdauer Z abhängiger mittlerer Aufheizwiderstand in m^2K/W

t_i Innentemperatur nach der Aufheizdauer

t_0 Innentemperatur vor dem Aufheizen

In Bild 2.5.6-8 sind die Werte R_Z für verschiedene Wärmeeindringkoeffizienten $\sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho}$ in Abhängigkeit von der Aufheizdauer angegeben mit

λ Wärmeleitfähigkeit

ρ Dichte

c spezifische Wärmekapazität

Richtwerte für Wärmeeindringkoeffizient $\sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho}$

Vollziegel $1300 \text{ J/m}^2 \text{ K s}^{0,5}$

Sandstein $1600 \text{ J/m}^2 \text{ K s}^{0,5}$

Beton $1800 \text{ J/m}^2 \text{ K s}^{0,5}$

Die Anfangstemperatur t_0 wird meist mit $+5^\circ\text{C}$, die Aufheizzeit mit 6...8 Stunden angenommen.

Ferner ist der Wärmebedarf für einen etwa 0,5- bis 1,0fachen stündlichen Luftwechsel zu berücksichtigen.

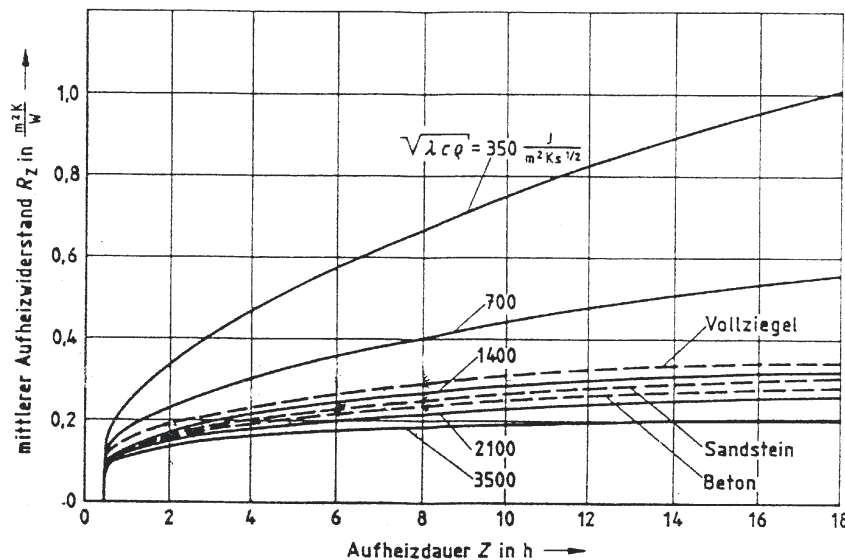


Bild 2.5.6-8. Mittlerer Aufheizwiderstand in Abhängigkeit der Aufheizzeit (DIN 4701-2:1983-03) (Wärmeeindringkoeffizient $\sqrt{\lambda c \rho}$ in $\text{J/m}^2 \text{ K s}^{0,5}$).

¹⁾ Krischer, O., und W. Kast: Ges.-Ing. 78 (1957). S. 321/25.

-3.4 Heizungssysteme

Grundsätzlich sind die Heizgeräte aus Denkmalschutz- und innenarchitektonischen Gründen möglichst unsichtbar zu gestalten. Da es sich – abgesehen von wenigen Neubauten – im wesentlichen um die Sanierung von veralteten Heizungsanlagen handelt, sind neben anderen Anforderungen die Eingriffe in die Bausubstanz auf ein Minimum zu begrenzen.

Bei der Auslegung der Kirchenheizung ist darauf zu achten, dass die Temperaturverteilung in der Aufenthaltszone der Gottesdienstbesucher möglichst gleichmäßig ist, wobei die Abweichung vom Sollwert $\pm 1,0$ Kelvin nicht überschritten werden sollte. Der Temperaturgradient sollte nicht größer als etwa 2 K sein.

Als Heizsysteme stehen zur Verfügung:

- Elektrische Direktheizung
- Warmwasser-Pumpenheizung
- Warmluft-Ventilatorheizung
- Dezentrale Wärmestationen.

Gasstrahlerheizungsanlagen sind aus verschiedenen Gründen nicht zu empfehlen.

Elektrische Direktheizung

Strom als hochwertiger Energieträger sollte nur in Ausnahmefällen bei kleinen Dorfkirchen eingesetzt werden, falls weder ein Heizraum noch ein Schornstein vorhanden ist.

Als Heizgeräte stehen 3-stufig schaltbare Infrarot-Sitzbankstrahler zur Verfügung, die im Gestühlsbereich für eine angenehme Fußwärme sorgen.

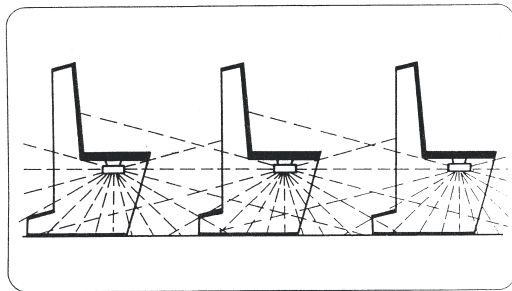
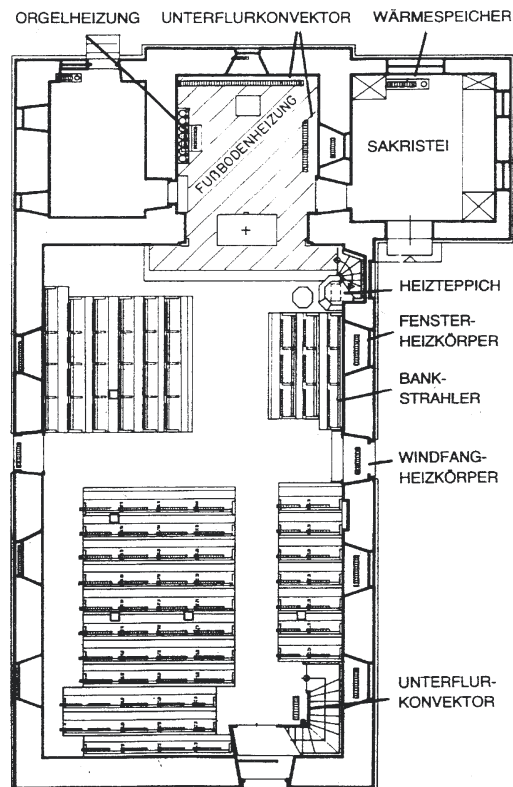


Bild 2.5.6-9. Elektrische Sitzbank-Heizkörper (3-stufig) 230 V / L 1,0 m / 450 W (Werkbilder der Fa. Infera)



Als Ergänzung zur Deckung des Wärmebedarfs und zur Vermeidung von Zugserscheinungen werden Fenster-Heizkörper und Unterflurkonvektoren in Form von Rippenrohr-Heizkörpern eingesetzt.

Wegen der hohen Energiekosten ist eine ständige Temperierung von etwa $6-8^{\circ}\text{C}$ wirtschaftlich in der Regel nicht vertretbar. Die Anheizzeit beträgt je nach Außentemperatur bzw. vorhandener Innentemperatur nur 1 bis 3 Stunden. Bei dieser kurzen Zeit kann die Wärme kaum in Gegenstände aus Holz und Wände eindringen, so dass Schäden vermieden werden.

Warmwasser-Pumpenheizung

Auch bei diesem System werden meist Sitzbank-Heizkörper – insbesondere Mini-Radiatoren (70×70 mm) – mit einer Heizleistung von $200-300$ W/m verwendet. Alternativ

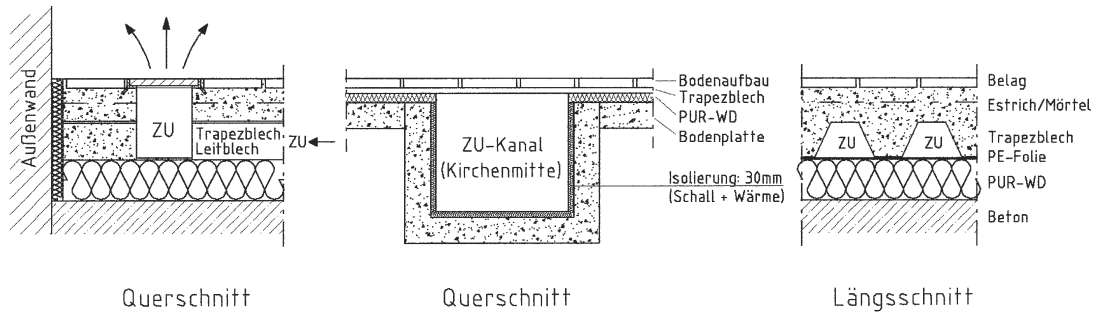


Bild 2.5.6-10. Kombinierte Warmluft-Fußbodenheizung.

bietet sich in besonderen Ausnahmefällen auch eine Fußbodenheizung an, wodurch eine angenehme Fußwärme im Gestühlsbereich gewährleistet ist.

Zur Deckung des Wärmebedarfs stehen Unterflurkonvektoren bzw. übliche Heizkörper zur Verfügung.

Aus innenarchitektonischen Gründen kann jedoch dieses Heizungskonzept nur in besonderen Fällen eingesetzt werden.

Warmluft-Ventilatorheizung

Die Warmluftheizung ist die in der Vergangenheit am meisten verbreitete Heizungsart. Als Wärmeerzeuger sollte ein direkt beheizter Lufterhitzer aus hochwertigen VA-Materialien und entsprechender Auslegung zur Erreichung einer langen Lebensdauer, einschließlich einer Filteranlage G4 oder F5, verwendet werden.

Als Richtwert für den Volumenstrom gilt ein Wert von $\dot{V} = 100 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{kW}$. Alternativ kann die Lufterwärmung auch mittels eines indirekt beheizten Warmwasser-Lufterhitzers erfolgen, wenn ein Niedertemperatur-Heizkessel aufgestellt wird. Vorteilhaft ist dies, wenn Nebenräume vorhanden sind, die dezentral mittels Heizkörpern beheizt und geregelt werden können.

Die Umwälzung der Warmluft erfolgt in der Regel im reinen Umluftbetrieb durch Fußbodenkanäle. Die Zuluftgitter sind dezentral an den Außenwänden anzuordnen, während die Absaugung der Umluft zentral an einer Stelle erfolgen kann. Ein Außenluftanschluß ist nur als Sommerlüftung zu empfehlen.

Bei einem ausreichend dimensionierten Luftkanalsystem und günstig angeordneten Lüftungsgittern sollte die Warmluftheizung im Rahmen einer Heizungssanierung aus wirtschaftlichen Erwägungen erhalten bleiben.

Als optimales Heizsystem für Kirchen kann die kombinierte Warmluft-Fußbodenheizung als Variante der reinen Warmluftheizung bezeichnet werden. Die Wärmeabgabe erfolgt sowohl durch den Fußboden als auch durch die aus den Zuluftgittern austretende Warmluft, wodurch sich alle wärmephysiologischen Vorteile ergeben. Neben der Fußwärme im gesamten Fußbodenbereich ist eine Abschirmung der Außenwände gegen den unerwünschten Kaltluftabfall und eine genaue Regelfähigkeit gewährleistet. Wegen der erheblichen Eingriffe in die Bausubstanz und der damit verbundenen hohen Investitionskosten wird dieses Heizungssystem nur in Ausnahmefällen eingesetzt.

Im Rahmen der Sanierung sind die Brandschutzanforderungen der jeweils gültigen Landesbauordnung, u. a. Einbau von Brandschutzklappen, zu beachten.

Dezentrale Wärmestationen

Dezentrale Wärmestationen bestehen im wesentlichen aus dem warmwasserbeheizten Heizregister, einem langsam laufenden Radialventilator, einer Filteranlage und ausreichend dimensionierten Kulissenschalldämpfern.

Die wasserdicht geschweißten Gehäuse aus Edelstahl mit einer inneren Wärmedämmung werden in den Fußboden eingebaut und schließen bodenbündig mit dem Fußboden ab. Die Heizleistungen liegen zwischen 10 und 40 kW je Station. Die unter Abschn. 2.5.6-3.2 s. S. 1065 genannten Grenzwerte sind bei der Auslegung der Wärmestationen einzuhalten. Die Auslegung sollte mit 80/60 °C erfolgen. Für Brennwerttechnik sind auch niedrigere Auslegungstemperaturen möglich.

Der Einbau von dezentralen Wärmestationen empfiehlt sich immer dann, wenn das vorhandene Luftkanalsystem nicht ausreichend dimensioniert ist oder sonst keine andere ausrei-

chende Beheizung vorhanden ist. Die Rohrleitungen zur Anbindung der Wärmestationen können entweder in vorhandenen Luftkanälen bzw. in kleinen, neu herzustellenden Bodenkanälen verlegt werden.

Eine hohe Regelgenauigkeit ist bei diesem Konzept gewährleistet.

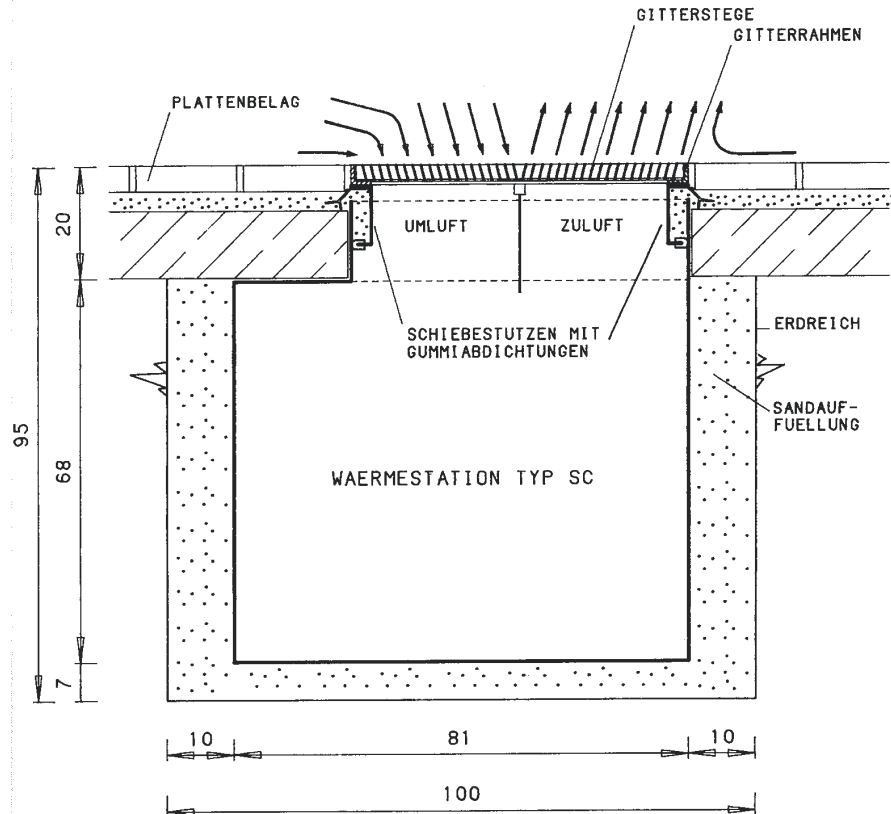


Bild 2.5.6-11. Dezentrale Wärmestation (Werkbild Theod. Mahr Söhne GmbH).

-3.5 Befeuchtung

Gelegentlich wird von der Denkmalpflege bzw. von Orgelsachverständigen die Einhaltung einer relativen Luftfeuchte zwischen 50–60% gefordert. Dies ist aus raumklimatischen Gründen ohne den Einbau einer Befeuchtungsanlage nicht realisierbar. Der Einbau einer Luftbefeuchtungsanlage ist seitens der Kirchenverwaltung genehmigungspflichtig, wobei ein Dampf-befeuchter zu bevorzugen ist.

Neben der Regelung der relativen Feuchte mittels eines Dampf-luft-befeuchters bietet sich eine automatische Steuerung der Be- und Entfeuchtung von seiten beheizten Gebäuden schwerer Bauart über das natürliche Außenklima an. Hierbei werden die absoluten Feuchte-werte außen und innen über die Regelanlage verglichen und der Feuchtehaushalt über eine automatische Querlüftung verbessert.

-3.6 Jährlicher Energieverbrauch

Der jährliche Energieverbrauch ist von vielen Faktoren abhängig, insbesondere von der Grundtemperierung, der Wahl der Raumlufttemperaturen, Anzahl und Dauer der Heizzeiten sowie von der Geometrie und der Bauphysik des Gebäudes.

Erfahrungsgemäß können folgende Vollastbenutzungsstunden für Kirchen angenommen werden:

1. Keine Grundtemperierung,
nur sonntags beheizt (in der Regel kleine Dorfkirchen,
elektrisch beheizt) 120 ... 200 h/a
2. Grundtemperatur: ca. 8 °C
Heizzeiten: etwa 35× je Heizperiode auf 15 °C 800 ... 900 h/a

3. Grundtemperatur: ca. 8 °C

Heizzeiten: etwa 70 bis 100× pro Heizperiode auf etwa 14 °C 900 ... 1000 h/a

Beispiel (Normaußentemperatur: -12 °C):

- Grundfläche der Kirche	360 m ²
- Raumvolumen	5 000 m ³
- Wärmespeichernde Flächen	1 500 m ²
- Aufheizwiderstand (Sandstein)	0,22 m ² K/W
- Fensterflächen	95 m ²
- Grund-/Heiztemperatur	8/15 °C
- Anheizzeit	7 h

Wärmeverlust nach Krischer und Kast:

$$\dot{Q}_W + \dot{Q}_F = 110 \text{ kW}$$

zuzüglich Lüftungswärmebedarf für 1,0fachen Luftwechsel bei $t_a = 0 \text{ °C}$:

$$\dot{Q}_L = 25 \text{ kW}$$

$$\text{Gesamtwärmebedarf } \dot{Q}_N = 135 \text{ kW}$$

Luftvolumenstrom bei einer Warmluftheizung

$$\dot{V} = \frac{135 \text{ kW}}{0,34 \cdot (45 - 15)} \approx 13\,000 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (2,6facher Luftwechsel)}$$

Energieverbrauch

$$B = 900 \text{ h/a} \times 135 \text{ kW} = 121\,500 \text{ kWh/a}$$

Spezifische Heizleistungen

$$q_F = 375 \text{ W/m}^2$$

$$q_V = 27 \text{ W/m}^3$$