

**Kirchenheizung: Schutz von Orgeln und Kunstwerken
- Energiesparen und Klimaschutz gehen Hand in Hand**

(Stand: 13.09.2011)

Eine Literaturstudie von Fridbert Ackermann / UNK-Beirat

Kritik und Ergänzungs-/Änderungsvorschläge bitte per E-Mail senden an
fridbert.ackermann@freenet.de

Zusammenfassung:

Aus Gründen des Heizenergiesparens sowie zum Schutz der Orgel vor Trocknungsschäden, sollte eine Kirchenheizung bei Außentemperaturen von unter ca. +10 °C wie folgt betrieben werden:

- Grundtemperatur für die Tage ohne Gottesdienst / Konzerte etc.: 5 °C bis 7 °C
- Aufheizen für Gottesdienste auf 12 °C bis max. 15 °C im Bereich der Orgel. Im Bereich der Bänke können etwas geringere Werte erreicht werden. Bei Konzerten können für einige Stunden ggfs. Temperaturen bis max. 20 °C akzeptiert werden.
- Die Aufheizgeschwindigkeit (und die Abkühlgeschwindigkeit) sollte 1,5 °C pro Std. nicht überschreiten.
- die Lufttemperatur in Kirchen sollte nicht unter den Gefrierpunkt sinken
- künstliche Beimischung von Außenluft sollte (ohne elektronische Überwachung des Außen- und Innenklimas und entsprechender Steuerung) unterbleiben.

Zur Vermeidung von Schimmelbildung (z.B. in Orgeln) durch eine zu hohe Luftfeuchte im Frühjahr und Sommer sollte die relative Luftfeuchte 70 % bis 80 % nicht überschreiten.

Generell gilt: Um die Klima-Charakteristik einer Kirche kennen zu lernen, sollte mittels Datenloggern ganzjährig die Temperatur und rel. Feuchte registriert und ausgewertet werden.

1 Einführung:

Mit dem wachsenden Wohlstand in den Nachkriegsjahren wuchsen auch die Ansprüche der Gottesdienstbesucher bezüglich angenehmer Raumtemperaturen in Kirchen. Nach [Arendt] genühten um 1900 6 °C bis 8 °C. In den 1920- bis 1930er-Jahren wurden schon 10 °C bis 12 °C gefordert. Um 1970 waren 12 °C bis 15 °C üblich (vgl. auch [NN 1964]), mitunter wurden auch schon 16 °C bis 18 °C gefordert. Manche Kirchen werden auch heute noch auf behagliche 20 °C hoch geheizt, mit der Folge, dass es auf der Orgelempore bis über 23 °C warm werden kann (Messungen des UNK). Dieses Hochheizen erfolgt mittels automatisch arbeitender Öl- und Gasheizungen recht mühelos, und bis Anfang der 70er Jahre auch einigermaßen preiswert. In den letzten 60 Jahren sind durch dieses Heizverhalten und der damit oftmals verbundenen zu geringen relativen Luftfeuchte größere Schäden an Holzteilen von Orgeln und Kunstwerken entstanden als in mehreren Jahrhunderten zuvor [Dahm; Heimsch; Supper ; Schlieder].

Das Wissen um die anthropogen verursachte Klimaerwärmung und die Endlichkeit der Öl- und Gasreserven sowie die rasant steigenden Energiepreise hat in den beiden vergangenen Jahrzehnten auch in vielen Kirchengemeinden dazu geführt, aus wirtschaftlichen und ethischen Gründen wieder sparsamer mit (Heiz-)Energie und Strom umzugehen [Dahm]. In vielen Kirchengemeinden werden z.B. Kirchengebäude im Winter nicht mehr regelmäßig beheizt. Gottesdienste finden teilweise in kleineren, leichter beheizbaren Nebenräumen (Sakristei, Gemeindesaal, Stichwort: 'Winterkirche') statt.

In einer repräsentativen Erhebung des Bistums Trier [NN, 2010] wird gezeigt, dass knapp die Hälfte des Heizenergieverbrauchs aller Liegenschaften des Bistums für das Beheizen von Kirchen benötigt wird. Hier offenbart sich ein großes Einsparpotential !

2 Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und Luftfeuchte - Optimales Orgelklima

2.1 Trockenschäden im Winter: Die relative Luftfeuchte und die Lufttemperatur hängen eng miteinander zusammen: Warme Luft kann sehr viel mehr Feuchte (Wasser) speichern als kalte. Wird im Winter bei Außentemperaturen von weniger als ca. +10 °C eine Kirche beheizt, führt dies aus physikalischen Gründen zwangsläufig zu einer Absenkung der relativen Luftfeuchte in der Kirche [Dahm; Scheiwiller und Gachnang; u.v.a.m.]¹⁾ - es sei denn, dass eine künstliche Befeuchtung der Innenluft erfolgt. Der Grund hierfür ist das unvermeidbare Eindringen von kalter und vergleichsweise trockener Außenluft in den Kirchenraum, z.B. durch undichte Fenster und Türen gelegentlich auch durch das absichtliche Zumischen von Außenluft in die eingeblasene Warmluft²⁾. Wird diese eingedrungene kalte Außenluft erwärmt, sinkt die relative Feuchte der Innenluft, und zwar umso stärker, je höher geheizt wird. Häufig wird der für die Holzteile von Orgeln und sakralen Kunstwerken erforderliche Mindestwert der relativen Luftfeuchte von ca 40% bis 45%³⁾ [Dahm; Metzler; Scheiwiller und Gachnang; u.a.m.] deutlich unterschritten (vgl. Abb. 1 und 4). Hält dieser Zustand mehrere Tage oder gar mehr als eine Woche [NN 2005; Kimmerle; Metzler] an, kann dies zu irreversiblen und teuren Schrumpfungsschäden (Rissen) führen, die oft erst viel später entdeckt werden und dann keinem konkreten Ereignis bzw. Zeitraum mehr zugeordnet werden können. Bei längeren Grenzwert-Unterschreitungen kann sogar der Garantieanspruch gegenüber der Orgelbaufirma erlöschen [Metzler]. Die Unterschreitung des Grenzwertes für einige Stunden bis wenige Tage scheint risikolos zu sein [Scheiwiller und Gachnang; Metzler]. Die Raumlufttemperatur selbst birgt keine Risiken⁴⁾, solange sie über dem Gefrierpunkt *bleibt* [Scheiwiller und Gachnang].

In vielen Kirchen ist bei laufender Heizung die Lufttemperatur im 'oberen' Bereich (d.h. z.B. auf der Orgelempore) um bis zu einige Grad wärmer als 'unten' im Bereich der Sitzbänke im Kirchenschiff. Die Größe dieses vertikalen Temperaturunterschiedes hängt stark von der Art und dem Betrieb der Heizung ab, aber auch von externen Wittereinflüssen und insbesondere der Sonneneinstrahlung. Er ist für jede Kirche unterschiedlich und nur durch Messungen zu ermitteln (das UNK bietet solche Messungen für Mitglieder kostenlos an). Bei der Einstellung der Soll-Temperatur am Thermostat, der gewöhnlich im Kirchenschiff auf einer Höhe von ein bis zwei Metern über dem Kirchenboden oder auch im Absaugkanal der Warmluft angebracht sind, ist dieser Temperaturunterschied zwischen 'oben' und 'unten' zu beachten. Bei ausgeschalteter Heizung gleichen sich die Temperaturen 'unten' und 'oben' meist wieder einander an.

Auch in Kirchen, die während der Heizperiode durchgehend auf einer konstanten Lufttemperatur (z.B. 15 °C) gehalten werden, ist beim Absinken der Außentemperaturen auf unter ca. +10 °C damit zu rechnen, dass die rel. Luftfeuchte tagelang inakzeptabel niedrige Werte, d.h. < 40 – 45%, annimmt (Messungen des UNK; vgl. Abb. 2). Vor- und Nachteile von stationärem (= die ganze Woche über eine konstante Temperatur) und intermittierendem (stundenweises Hochheizen für Gottesdienste und Veranstaltungen) werden von [Künzel] diskutiert. Der Heizenergieverbrauch ist bei stationärem Heizen deutlich höher als bei intermittierendem Heizen.

Forschungsinstitute, Ingenieurbüros und besonders auch kirchliche Institutionen geben konkrete Empfehlungen zum Problemkreis Kirchenheizung und Schutz der Orgel, Kunstwerke und Bausubstanz [Arendt; Breiden 2009; Kimmerle; NN 2005; Scheiwiller und Gachnang; NN-Trierer Orgelpunkt 19??; NN 2007; NN 1997; NN 2007]. Alle enthalten einheitlich die folgenden Empfehlungen für die Heizperiode: minimale rel. Luftfeuchte 40 % bis 45 %, maximale Geschwindigkeit für das Hochheizen und Abkühlen: 0,5 °C bis 1,5 °C pro Std.. Grundtemperatur außerhalb der Nutzungszeiten: 6 °C bis 8 °C. Max. Temperatur zum Gottesdienst: 12 °C bis 15 °C im Bereich der Orgel. Bei Konzerten kann die Temperatur für einige Stunden auf bis zu 20 °C angehoben werden, so dass die Stimmung der Orgel und der diversen Saiten-

und Blasinstrumente zusammenpasst [*Kimmerle*] – zumal in diesen Phasen eine deutliche Anhebung der Luftfeuchte durch die große Zahl der Kirchenbesucher zu erwarten ist.

2.2 Trocken- und Feuchteschäden im Sommer:

Bei längerer Trockenheit kann auch im Sommer die rel. Luftfeuchte in der Kirche unter 40 % bis 45% sinken. Hier kann ggfs. durch Ausbringen von Wasser auf dem Fußboden gegengesteuert werden. Die tägliche (!) Kontrolle der Feuchtwerte mittels eines Thermo-Hygrometers ist angezeigt. Die Werte sollten notiert werden. Noch besser: die Werte werden mittels Datenlogger über das ganze Jahr aufgezeichnet.

Zur Vermeidung von Feuchteschäden durch Kondensation (z.B. Schimmelschäden an Orgeln, Kunstwerken und Bausubstanz) sollte die relative Luftfeuchte den Wert von 65% bis 80% [*Schmelz*] bzw. 75 % bis 80 % [*Goethe; Scheiwiller und Gachnang*] nicht überschreiten. Erreicht die rel. Feuchte den Wert von 100 %, so dass an kalten Oberflächen der Taupunkt erreicht wird, fällt dort Wasserkondensat an. Dies kann passieren, wenn in eine ausgekühlte Kirche im Frühjahr/Frühsummer feucht-warme Luft eindringt [*Arendt; Kimmerle*], was bei einem Wetterumschwung innerhalb von Stunden / wenigen Tagen erfolgen kann²). In modernen Orgeln können hierdurch ggfs. auch elektronische Bauteile ausfallen. Das Problem der Schimmelbildung in Orgeln sowie deren Vermeidung und ggfs. auch Sanierung und gesundheitliche Risiken wird sehr ausführlich von [*Goethe sowie Schmelz*] diskutiert.

2.3 Verstimmung der Orgel durch Temperaturänderungen und –unterschiede

Die Tonhöhe von Orgelpfeifen verändert sich mit der Lufttemperatur - bei Lippenpfeifen besonders stark, weniger bei Zungenpfeifen. Wenn beim Hochheizen von Kirchen die Temperatur an verschiedenen Orten innerhalb einer Orgel sich unterschiedlich entwickeln (bis zu wenigen Grad z.B. 'oben' und 'unten' in der Orgel) können Pfeifen unterschiedlicher Register von nominal gleicher Tonhöhe Frequenzunterschiede von bis zu wenigen Herz aufweisen. Werden solche Pfeifen gleichzeitig gespielt, treten störende Schwebungen (An- und Abschwellen der Tonstärke) auf. Die maximalen Temperaturunterschiede innerhalb einer Orgel sollten daher 0,5 °C nicht überschreiten [*NN, Fraunhofer Institut, 2010*]. Diese störenden (aber reversiblen !) Effekte werden durch zu schnelles Aufheizen der Kirche, d.h. mehr als 1 °C bis 1,5 °C pro Stunde, verschärft. Eine ausführliche Diskussion weiterer Gegenmaßnahmen findet sich in [*NN, Fraunhofer Institut, 2010*].

3) Heizenergiebedarf in Abhängigkeit von der Heizungssteuerung

Pro 1 °C erhöhter Lufttemperatur steigt der Heizenergieverbrauch von Kirchen um ca. 7 % bis 10 % an [*Dahm; Scheiwiller und Gachnang*], sowohl in historischen Kirchen als in modernen Bauten. Eine Absenkung der mittleren Lufttemperatur von z.B. 19 °C auf 14 °C spart somit rund ein Drittel an Heizenergie. Eine mittelgroße Kirche benötigt bei Außentemperaturen um den Gefrierpunkt 50 bis 100 m³ Gas pro 24 h um von ca. 5 °C.....10 °C auf 15 °C.....20 °C Lufttemperatur hoch geheizt zu werden (Messungen des UNK). Da Kirchen eine hohe Austauschrate mit der Außenluft aufweisen²) und energetisch schlecht isoliert sind, werden für das Halten des erhöhten Temperaturniveaus meist ähnlich hohe Energieverbräuche pro 24 Std. wie für die Aufheizphase benötigt. Aus Gründen des Energiesparens sollten daher Kirchen außerhalb der Nutzung auf einer niedrigen Grundtemperatur von z.B. 5 °C bis 8 °C [*Dahm; u.v.a.m*] gehalten, und nur für die Gottesdienste hoch geheizt werden - aber maximal auf 12 °C bis 15 °C (intermittierendes Heizen).

Oftmals werden die Heizungen der Kirche und weiterer benachbarter Liegenschaften (z.B. Kindergarten, Gemeindesaal) gemeinsam über denselben Brenner und denselben Gaszähler versorgt. In diesen Fällen kann durch tägliches Ablesen des Gaszählers der Gasverbrauch speziell für das Kirchengebäude ermittelt werden - vorausgesetzt, die Kirche wird intermittierend, z.B. nur für den Sonntagsgottesdienst oder Konzertveranstaltungen, geheizt. Aus den regelmäßigen 'Spitzenverbräuchen' am Wochenende lässt sich dann das

Einsparpotential durch den Umzug in eine 'Winterkirche' ziemlich gut abschätzen. (Ggfs. Beratung durch das UNK).

4 Optimaler Heizbetrieb unter dem Gesichtspunkt des Orgelschutzes

Geschwindigkeit der Temperaturänderung: Übereinstimmend wird in der Literatur gefordert, die Geschwindigkeit der Temperaturerhöhung (Aufheizen) als auch die der Temperaturabsenkung beim Abschalten des Heizbetriebes⁵⁾ auf 0,5 °C bis 1,5 °C pro Stunde zu begrenzen [*Dahm; Kimmerle; Künzel; Scheiwiller und Gachnang; u.a.m.*]. Damit soll z.B. erreicht werden, dass sich alle Orgelpfeifen gleichermaßen erwärmen und damit die Stimmung der Orgel erhalten bleibt [*Kimmerle; Pitsch et. al.*] Dies bedeutet für eine Kirche mit Warmluftheizung, die nur zum Sonntagsgottesdienst (also intermittierend) hoch geheizt wird: Es reicht völlig aus, die Heizung in der Nacht von Samstag auf Sonntag (automatisch) einzuschalten, um die Kirche innerhalb von 10 - 14 Stunden von z.B. 5 °C bis 7 °C Grundtemperatur auf 12 °C bis 15 °C 'Gottesdiensttemperatur' hoch zu heizen. Ein Beispiel für einen besonders gelungenen Heizbetrieb ist in Abb. 3 zu sehen: Bei sparsamem Gasverbrauch werden die geforderten Feuchtwerte eingehalten. Sollte eine Heizung an sehr kalten Tagen/Nächten (z.B. -5 °C bis -10 °C) das gewünschte Temperaturniveau in dieser Zeit nicht erreichen, ist sie offensichtlich mit nicht ausreichender Heizleistung ausgelegt. Die dann richtige Entscheidung unter dem Aspekt: Orgelschutz – Klimaschutz – Finanzschutz würde lauten: Umziehen in eine Winterkirche statt z.B. 40 Stunden lang Dauerheizen von Freitagabend bis Sonntagvormittag !

Um rechtzeitig zu verhindern, dass sich die Luftfeuchte einer Kirche viele Stunden bis Tage unbemerkt in einem zu niedrigen, d.h. für die Orgel kritischen Bereich bewegt, sollte man bei Außentemperaturen von weniger als +10 °C wenigstens einmal täglich die Luftfeuchte im Bereich der Orgel ablesen. Hierzu ist ein zuverlässiges, langzeitstabiles Thermo-Hygrometer notwendig (das UNK berät auch hier). Bei Gefahr im Verzug, d.h. bei einem Absinken der rel. Feuchte unter 40 % bis 45 % muss die Lufttemperatur in der Kirche abgesenkt, bzw. die Heizleistung gedrosselt werden.

Moderne Heizungsregelungen ermitteln unter Berücksichtigung der aktuellen Außentemperatur den Einschaltzeitpunkt (z.B. Samstag 23 Uhr) selbsttätig, um die gewünschte Endtemperatur (z.B. 15 °C) zur gewünschten Zeit (z.B. Sonntag 10 Uhr) für die gewünschte Dauer (z.B. 2 Stunden) zu erreichen. In Abb. 3 wird ein Beispiel für einen solchen Heizbetrieb in einer Koblenzer Kirche im Dezember 2010 gezeigt (Heizung der Fa. Mahr-Kirchenheizungen/Aachen). Weitere Anforderungen an eine moderne Heizungsregelung werden z.B. in [*Scheiwiller und Gachnang*] diskutiert: "In der Praxis zeigt sich, dass die manuelle Bedienung der Heizungsanlage für den gezielten, nutzungsabhängigen Aufheiz- und Absenkbetrieb mit zu viel Aufwand verbunden ist und das Potential dieser Betriebsart nicht ausgeschöpft werden kann."

Die künstliche Befeuchtung der Kirchenluft zum Schutz der Orgel vor Trocknungsschäden wird kontrovers diskutiert: Bei einer mehrtägigen Unterschreitung des Feuchtwertes von 40 % empfiehlt die evangelische Kirchengemeinde Zürich entweder die Lufttemperatur auf 12 °C bis max. 15 °C zu begrenzen oder den Einbau eines Luftbefeuchters in das Orgelgehäuse [NN, 2005] in Erwägung zu ziehen. Gleichzeitig wird aber in einem Gutachten für dieselbe Gemeinde vor dem Risiko gewarnt, das eine künstliche Befeuchtung mit sich bringt [*Scheiwiller und Gachnang*]. Allenfalls unter täglichen Kontrollen der Klimawerte ist eine künstliche Befeuchtung akzeptabel.

Zusatzbemerkung: Jede Kirche weist im Jahresgang bezüglich Temperatur und Luftfeuchte eine ganz eigene, typische Charakteristik auf, die theoretisch nicht vorhergesagt werden kann. Um sie zu ermitteln, sollte man daher über wenigstens ein volles Jahr kontinuierlich Temperatur- und Feuchte-Daten erheben. Hierfür bietet das UNK für Mitglieder einen Service an (vgl. UNK-Merkblatt "Temperatur- und Feuchtemessungen in Liegenschaften von Kirchengemeinden").

Die zitierte Literatur kann über das UNK bezogen werden. Die Arbeit von Scheiwiler und Gachnang, 2010 behandelt auf 21 Seiten die gesamte Problematik wissenschaftlich exakt und trotzdem sehr praxisnah. Studium sehr empfehlenswert !

Fußnoten

1) Die 2009 aufgelegte Broschüre von Dahm/Energieagentur NRW gilt als Standardwerk für das „Energiesparen in Kirchengemeinden“. Die Publikation von Scheiwiler und Gachnang zeigt besonders detailliert und wissenschaftlich exakt die physikalischen Zusammenhänge von rel. Luftfeuchte und –temperatur sowie deren Auswirkungen auf Holzbauteile (Orgeln, Kunstwerke) auf.

Wer die physikalischen Zusammenhänge zwischen relativer und absoluter Luftfeuchte, Lufttemperatur und Taupunkt genauer studieren will, sollte sich in das sog. Mollier - h,x - Diagramm vertiefen [*Breiden; Scheiwiler und Gachnang*]. Dort ist auch erläutert, was 'Kühlen', 'Heizen', 'Lüften' und 'Befeuchten' von Kirchen physikalisch bewirkt.

2) Der vollständige Luftaustausch in Kirchen erfolgt erfahrungsgemäß mehrfach innerhalb eines Tages abhängig vom Winddruck. Die Angaben in der Literatur differieren um den Faktor sechs [*Scheiwiler und Gachnang; Arendt*]. Grundsätzlich reicht der natürliche Luftwechsel für die Bereitstellung einer ausreichenden Luftqualität aus. Allenfalls 15 min manuelles Lüften über Türen und Fenster nach besonderen Anlässen mit Geruchs- oder Feuchtebelastung ist angezeigt. Eine absichtliche Zumischung von Außenluft in die Warmluftheizung verschleudert Energie und ist schädlich für die Orgel (zu trockene Luft) [*Scheiwiler und Gachnang*]

3) Bei der Angabe „mindestens 40 % bis 45% rel. Luftfeuchte“ handelt es sich um den Tagesmittelwert. Sollte dieser nur stundenweise um 10 % unterschritten werden, wird dies als unproblematisch erachtet [*Scheiwiler und Gachnang*]. Die absolute Luftfeuchte spielt übrigens keine Rolle [*Scheiwiler und Gachnang; Metzler; Wikipedia*].

4) Sehr wohl hat die lokale Temperatur im Bereich der Orgel Einfluss auf die Tonhöhen. Daher sollte das Stimmen der Orgel bei derselben Temperatur erfolgen, bei der später z.B. Konzerte stattfinden. Innerhalb der Orgel sollten möglichst geringe und konstante Temperaturdifferenzen vorherrschen (z.B. direkte Sonneneinstrahlung auf die Orgel vermeiden). Die ‚Verstimmung‘ ist sicherlich störend. Sie ist aber reversibel und stellt somit keinen bleibenden (finanziellen) Schaden dar.

5) Weshalb die Absenkgeschwindigkeit der Lufttemperatur beim Abschalten der Kirchenheizung ebenfalls 1,0 bis 1,5 °C pro Std. nicht überschreiten soll, bleibt unklar. Die (reversible !) Verstimmung der Orgel bei zu schneller Abkühlung ist hier wohl keine Begründung.