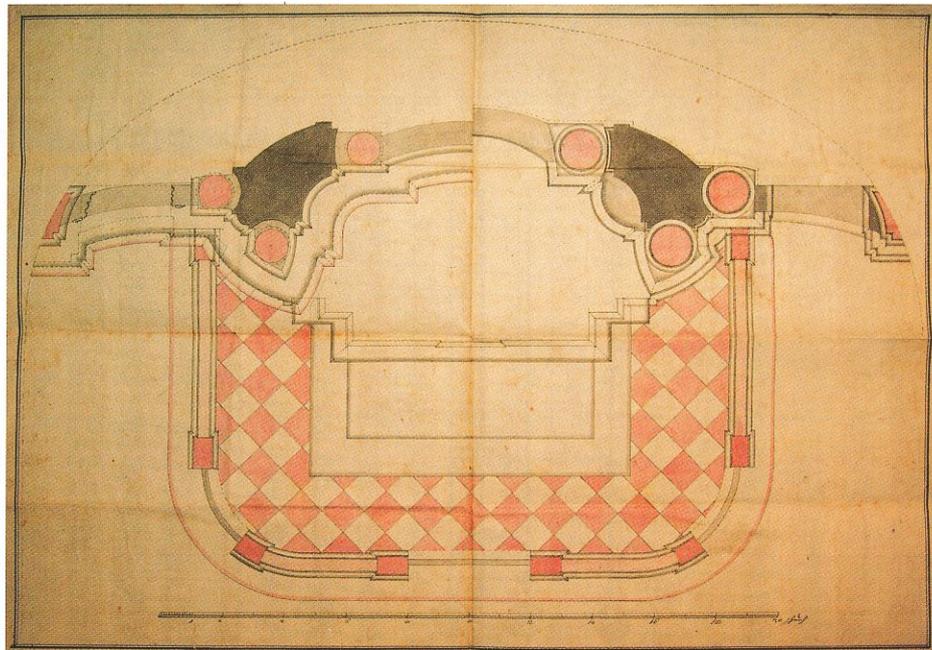




Abb. 27 (rechts): Aquarellierte Zeichnung mit dem Grundriß eines geplanten Hochaltares der Wallfahrtskirche in zwei Varianten mit diagonaler Bodenverlegung aus zweifarbigen Steinplatten (575 × 413 mm, Kuratierarchiv Kirchenthal). (Foto: Ulrich Ghezzi, 5411 Oberalm)



Claus Arendt

## Das Raumklima und seine Verbesserung

Das Klima in einem Raum wird weitestgehend durch drei Faktoren bestimmt: Außenklima, Konstruktion und Nutzung.

Maria Kirchenthal liegt hoch am Berg in einer kühlen und zudem schattigen Lage, wird also in seinem Raumklimaverlauf zumindest im Winter fast ausschließlich durch den Verlauf des *Außenklimas* bestimmt; über Monate ist auch keinerlei Erwärmung durch Besonnung möglich. Dies bedeutet, dass sich die *massive Konstruktion* einschließlich der berührenden Erdbereiche derart tief abkühlt, dass diese Kälte bis weit in den Frühsommer hinein gespeichert wird. So muss also diese Kirche in besonderem Maß anfällig für Kondensatbildung sein, da die diesen Wasserausfall bestimmenden Oberflächen- und Bauteiltemperaturen viel zu lange unter dem Taupunkt der Raumluft bleiben, was dadurch verstärkt wird, dass die *Nutzung* dieser Kirche mit beginnendem Frühjahr schon aus touristischen Gründen zunehmend verstärkt wird, was zusätzlichen Feuchteintrag durch die Besucher, aber auch ein zunehmendes Öffnen der Kirchentüren bedeutet. Die Schadenskonsequenz aus diesen Fakten sprang jedem Kirchenbesucher in die Augen: „aufsteigende“ Feuchte, organischer Befall und eine starke Verschmutzung der Raumschale, da jede Kerzenrußschwade und jeder andere Schmutz bis hin zu Pollen an einer feuchten Oberfläche rascher und besser „kleben“ als auf einer trockenen.

Dieser Zusammenhang zwischen Außenklima, Konstruktion und Nutzung ist derart zwingend, dass alleine hieraus nicht nur die Notwendigkeit zum Eingriff in das Raumklima abzuleiten ist, sondern auch die Möglich-

keiten hierzu: Veränderung des Raumklimas durch Erhöhung der Raumlufttemperatur und durch Verringerung der Raumluftfeuchte. Was theoretisch so sicher und zweifelsfrei zu benennen ist, bringt für die Praxis doch eine Menge an technischen wie auch formalen Problemen. So ließen sich beispielsweise die Raumlufttemperatur und mit ihr die Temperaturen der Raumschale schon bei vergleichsweise geringer Beheizung ausreichend erhöhen, wenn die Raumschale nur tüchtig gedämmt würde: eine im Bauwesen sonst übliche, hier völlig undenkbare Lösung.

Entscheidend wird allerdings bei allen Überlegungen der haustechnisch unübliche, aber dem Gebäude dienliche Standpunkt, dass nicht irgendwelche normgerechten Eckdaten der Leistung von Heizung, Lüftung und Entfeuchtung den Umfang der haustechnischen Maßnahmen bestimmen dürfen, sondern die bautechnischen Möglichkeiten dieser Kirche einschließlich ihrer Bedeutung als Baudenkmal. Hierzu eine Verdeutlichung: es ist nicht der zur vorgegebenen Verminderung der Raumluftfeuchte je Stunde notwendige Luftwechsel, der die Gesamtfläche der hierzu notwendigen Lüftungsöffnungen bestimmt, sondern es ist die Fläche der vorhandenen, vielleicht auch noch der mit Respekt neu zu schaffenden Öffnungen in der Raumschale, die den Grad der Abtrocknung durch einen geregelten Luftwechsel festlegen – mehr ist mit Rücksicht auf das Objekt nicht erreichbar.

Ein Beheizen ist unverzichtbar für den Eingriff in das Raumklima, wobei als zwingende Voraussetzung für jede Art dieser Beheizung die Fähigkeit des Heizsystems wird, die

Raumschale als Ganzes zu erwärmen, was – zumindest bei einer Kirche der Größe von Maria Kirchenthal – eine entsprechende Erwärmung der Raumluft voraussetzt. Eine Heizung dient also in einer Kirche wie dieser grundsätzlich nicht der „Behaglichkeit“, sondern tatsächlich der Verbesserung der Raumluftzustände, auch wenn dadurch selbstverständlich der Aufenthalt angenehmer sein wird.

Mit dieser Forderung wird allerdings noch kein bestimmtes Heizsystem priorisiert, dafür jedoch zwingend die Heizweise: nur ein stationärer – also durchgehender – Heizbetrieb kann es schaffen, dass diese starken wärmespeichernden Massen über den Winter hin tatsächlich mit so viel Wärme „gefüllt“ werden, dass die zum Frühjahr hin steigende absolute Raumluftfeuchte nicht zu der bisher bekannten Wasserbildung an den Oberflächen führt.

Um ein großes Raumvolumen zu erwärmen, kommt grundsätzlich nur ein Luftheizsystem in Frage, bei dieser relativ kleinen Kirche unter Beachtung einiger Zwänge allerdings auch

- ein Fußbodenheizsystem, wenn die örtlichen Gegebenheiten gewährleisten, dass die *gesamte* Bodenfläche installierbar ist, oder
- ein Warmwasser-Bankheizsystem unter der Voraussetzung, dass auch die Bereiche außerhalb der Bankblöcke entsprechend sinnvoll und formal erträglich mit diesem Heizsystem belegt werden können.

Nun ist diese Kirche, lagemäßig wie auch durch die Bauweise bedingt, ein „Eiskeller“, so dass davon ausgegangen werden muss,

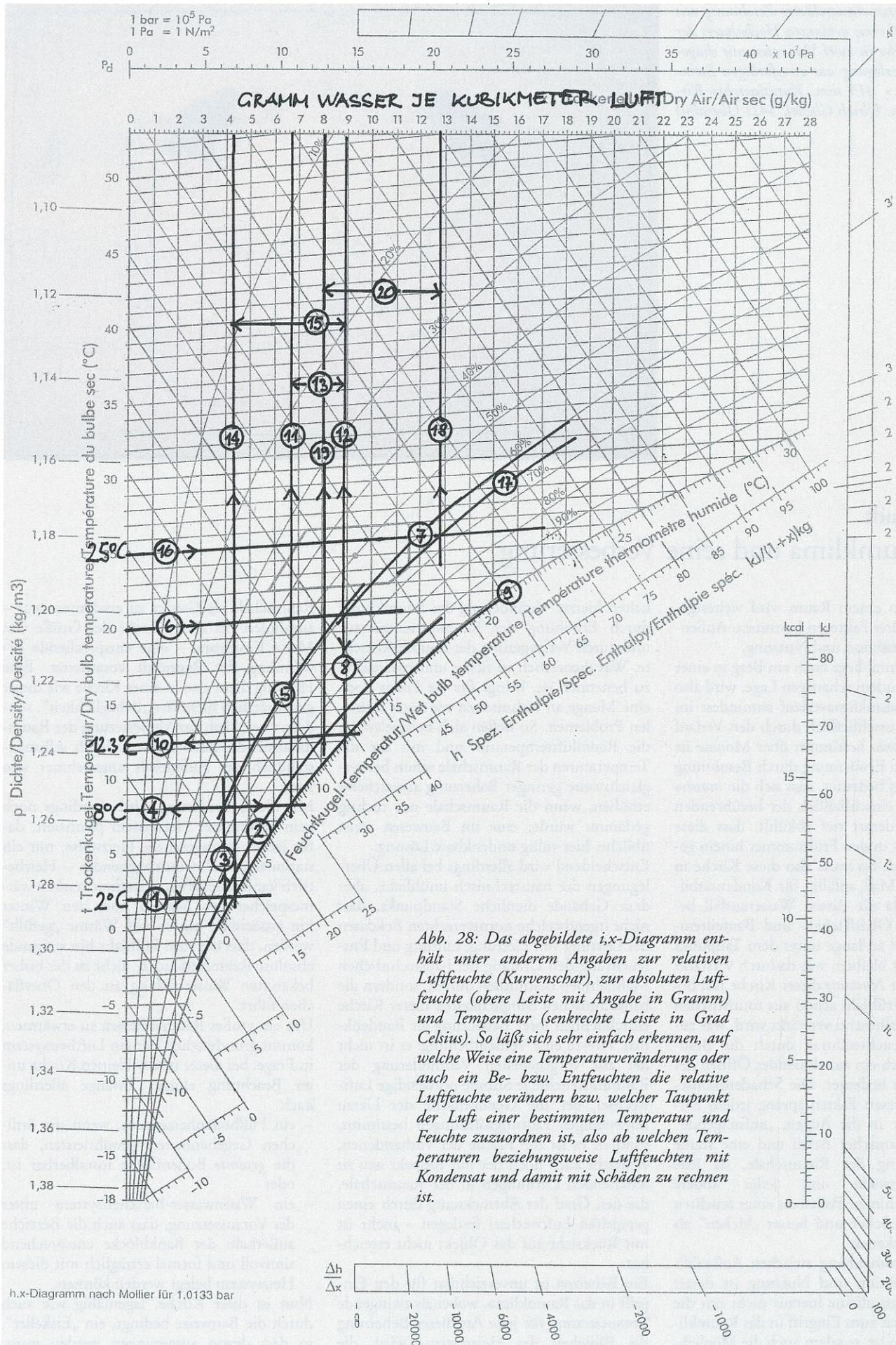


Abb. 28: Das abgebildete i,x-Diagramm enthält unter anderem Angaben zur relativen Luftfeuchte (Kurvenschar), zur absoluten Luftfeuchte (obere Leiste mit Angabe in Gramm) und Temperatur (senkrechte Leiste in Grad Celsius). So lässt sich sehr einfach erkennen, auf welche Weise eine Temperaturveränderung oder auch ein Be- bzw. Entfeuchten die relative Luftfeuchte verändern bzw. welcher Taupunkt der Luft einer bestimmten Temperatur und Feuchte zuzuordnen ist, also ab welchen Temperaturen beziehungsweise Luftfeuchten mit Kondensat und damit mit Schäden zu rechnen ist.

h,x-Diagramm nach Mollier für 1,0133 bar

– dass nicht jede gute, das heißt das Raumvolumen erfassende Heizung die besonders speichernden Ecken und Abseiten rasch und ausreichend erwärmen können wird, weshalb in Abhängigkeit des gewählten Hauptheizsystems auch noch jene Möglichkeit ergriffen werden kann, einen schmalen Fußbodenstreifen entlang der gesamten Außenwände aufzunehmen und dort eine Fußbodenheizung zu installieren.

Ist eine entsprechende Beheizung also Voraussetzung für die notwendige Verbesserung des Raumklimas, so ist sie leider dennoch nicht ausreichend: Maria Kirchentäl zeigt eine außergewöhnlich hohe Raumluftfeuchte, die wiederum durch ihre Lage und vor allem durch die baulichen Gegebenheiten bestimmt wird. Durch eine Beheizung kommt es bei stationärem Betrieb zwangsläufig zu einer Reduzierung der durchschnittlichen Raumluftfeuchte, was aber gleichzeitig bedeutet, dass diese Hilfe nach Ende der Heizperiode erlischt. Ausgerechnet ab Frühsommer also, wenn die absolute Luftfeuchte außen stark steigt, fällt diese Kirche wieder in den jetzigen Zustand der Kondensatbelastung zurück, wenn auch mit Sicherheit nicht mehr in jenem Maß, wie dies jetzt der Fall ist.

Dieser im Winter wie im Sommer so entscheidende Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Raumluftfeuchte lässt sich am einfachsten in seiner theoretischen Abhängigkeit erklären, nach der die Luftfeuchte um etwa 4% steigt oder fällt, wenn die Temperatur um 1 K fällt oder steigt. Dies heißt:

- Erwärme (3) ich die winterliche Raumluft von 2 °C (1) und einer Raumluftfeuchte von 90% (2) bescheiden auf 8 °C (4), sinkt die Raumluftfeuchte bereits auf etwa 56% (5).
- Bringt ein warmer Spätmärztag schon 20 °C Außentemperatur (6) bei einer niedrigen Außenluftfeuchte von 60% (7), so erreicht diese Luft bei Abkühlung (8) den Taupunkt (100%) (9), also jenen Temperaturbereich, bei dem gasförmiges Wasser flüssig ausfällt, bereits bei etwa 10,3 °C (10), obwohl die Wände immer noch nur 8 °C (4) zeigen, im Übrigen eine Vereinfachung, denn bei einer Raumlufttemperatur von 8 °C werden die Kirchenwandoberflächen um die 6 °C zeigen. Was nun an Wasser ausfallen muss, zeigt (11 und 12) die obere Leiste mit dem Wassergehalt der jeweiligen Luftzustände: 8,9 g/m<sup>3</sup> Wasser fallen an; circa 7 g/m<sup>3</sup> Wasser können maximal aufgenommen werden; die Differenz von circa 1,9 g/m<sup>3</sup> Wasser belastet die Raumschale flüssig und wird von ihr auch gespeichert und weitergeleitet. Ginge man vom früheren unbeheizten Zustand aus (1), so könnte die Luft nur etwa 4,6 g/m<sup>3</sup> Wasser „tragen“ (13), so dass die ausfallende Wassermenge sogar um die 4,5 g/m<sup>2</sup> betrüge (14).

– Das frühjährliche Lüften hat also die Situation deutlich verschlechtert; dies gilt aber auch noch im Sommer: die Raumluft zeigt wieder 10,3 °C (10) und hohe 90% relative Feuchte (15); außen herrschen 25 °C (16) bei „nur“ 60% (17), weshalb wegen des „trockenen Wetters“ die Kirchentüren und möglichst noch einige Fenster weit geöffnet werden. Tatsächlich beinhaltet (18) diese „trockene“ Sommerluft 12 Gramm Wasser je Kubikmeter, die „feuchte“ Raumluft (15) dagegen (19) nur 8 Gramm: das falsche, nämlich unregulierte und den Wassergehalt der Luft nicht beachtende Lüften bringt also wieder einen entsprechend hohen und unerwünschten Wassergewinn (20).

Auch wenn diese Darstellung vereinfacht ist und noch weitere Faktoren in den Luftfeuchtehaushalt eines Raums regulierend und meist sogar ausgleichend eingreifen, wird doch deutlich, dass das übliche Starren auf heizungsbedingte Raumluftveränderungen während des Winters eine entscheidende Schadensquelle zur Verschlechterung des Raumklimas übersieht: Feuchtegewinn im Sommer, hauptsächlich durch Lüften.

Ein „Durchheizen“ zur permanenten Erhöhung der Raumtemperatur wird selbstverständlich ab etwa Mai finanziell – und auch noch aus anderen Gründen – völlig unsinnig; eine Teilhilfe hiergegen wäre der teure Weiterbetrieb des Fußbodenheizungsstreifens bis in die problemlosen Herbstmonate; deutlich besser wirkt jedes Herabsetzen der Raumluftfeuchtigkeit.

Es gibt hierfür verschiedene Trocknungsgeräte, die alle technisch möglich und von der Zielsetzung her auch sinnvoll wären, dieser Kirche allerdings nochmals eine zusätzliche technische Ausstattung einschließlich deren Wartung aufbürdeten. Es ließe sich dies dadurch deutlich verringern, dass die positive Wirkung einer gezielten Lüftung ausgenutzt wird. Auf die technische Möglichkeit einer Raumluftentfeuchtung gehe ich hier ebenso wenig ein wie auf eine detailliertere Beschreibung aller Vorzüge und Nachteile der denkbaren Heizsysteme; interessant ist allerdings die weitgehend unübliche Nutzung einer gezielten, das heißt sinnvoll geregelten Lüftung.

Die Durchführung dieser Maßnahme ist denkbar einfach: ein Steuergerät überprüft die absolute Luftfeuchte außen und innen und gibt dann ein elektrisches Signal, wenn die äußere unter den inneren liegt, jedes Belüften also auch die innere absolute Luftfeuchte absenken muss. Dieses Signal kann nun über kleine Stellmotore Fensterflügel steuern, was jedoch zumindest bei einer Kirche dieser Lage das Problem des Sturmschutzes aufwirft. Auch dieser lässt sich zwar automatisieren, drängt aber wieder die Regeltechnik in die wartungsintensivere Richtung. Außerdem liegt der Nachteil jeder freien Fensterlüftung darin, dass der Umfang dieser Lüftung mit Wind und Sonne stark wechselt.

Es sollte also eine Lösung gesucht werden, bei der ein Ventilator geschaltet werden kann, der nun einen vorgegebenen Luftwechsel erzwingt. Die Transportrichtung dieses Ventilators bleibt dabei grundsätzlich belanglos, doch hielte das Einblasen statt eines Absaugens die Option eines späteren Vorschaltens von Zusatzeinrichtungen, hier vor allem eines Entfeuchters, offen.

Zu bedenken ist, dass jeder Ventilator, auch der hierfür günstigste, Lärm erzeugt. Ich halte es hier für ebenso sinnlos wie in der Sache unpassend, wenn dabei auf genormte Belastungsgruppen mit entsprechender dB-Zahl verwiesen wird: eine Kirche, zumal eine solche Wallfahrtskirche, ist immer noch mehr als ein Touristenbesuchspunkt – sie bleibt ein Raum der inneren Einkehr, dem deshalb auch nicht in beliebiger Weise seine Stille genommen werden darf.

Beides, notwendigen Luftwechsel und ausreichenden Lärmschutz, bietet ein zumindest vielstufig laufender Ventilator, besser ein stufenlos regelbarer, der es erlaubt, Drehzahl und damit das Geräusch des Lufttransports den Bedingungen und Wünschen anzupassen. Da damit selbstverständlich eine deutliche Leistungsminderung verbunden ist, wird es sinnvoll, durch eine einfache automatische Zeitschaltung zumindest während der Nachtstunden den Ventilator bei voller Leistung laufen zu lassen.

Genügt eine solche Lösung in der Kirche selbst, die nun einmal kein „Lageraum feuchteempfindlicher Güter“ ist, muss für die Motivbildsammlung die Sakristei vorrangig als musealer Raum betrachtet werden: hier gebietet auch schon die Verantwortung für diese anvertrauten Fürbitten, dass zu deren Erhalt das Notwendige getan wird, weshalb hier eine der üblichen Entfeuchtungs-truhen aufgestellt werden sollte.

#### Fazit:

Das bisherige Raumklima dieser Kirche ist zwar „historisch“, aber in unüblich hohem Grad schädigend für die Raumschale, für die Konstruktion und auch für die Ausstattung. Die technischen Möglichkeiten unserer Zeit zu nützen, um diesen negativen zwangsläufigen Prozess zu beenden oder wenigstens sehr deutlich zu verringern, gebietet also auch der Respekt vor diesem Denkmal. Dieser Respekt muss aber auch dann bestimmend bleiben, wenn die technischen Möglichkeiten einer raumklimatischen Verbesserung abgewogen werden: weder Vorschriften noch Normen bestimmen den Umfang der Haustechnik für Maria Kirchentäl oder die Festlegung eines bestimmten, als optimal bezeichneten Raumklimas, sondern allein die Kirche in ihrer Konstruktion, Raumschale und Ausstattung und auch in ihrer sakralen Nutzung.

Anschrift des Verfassers:  
Dr.-Ing. Claus Arendt  
Valleystraße 36  
D-81371 München