RICHTIG LÜFTEN IM KIRCHENRAUM

HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

INHALT

VORWORT 3

WARUM LÜFTEN 4

BASISWISSEN RAUMKLIMA 6

ZU HOHE LUFTFEUCHTIGKEIT
IM KIRCHENRAUM 10

ZU GERINGE LUFTFEUCHTIGKEIT
IM KIRCHENRAUM 18

IDEALWERTE UND RICHTWERTE 20

ABWÄGEN, WAS WICHTIG IST 24

HILFSMITTEL
ZUM RICHTIGEN LÜFTEN 26

ZUSAMMENFASSUNG –
EMPFEHLUNGEN
ZUM RICHTIGEN LÜFTEN 30

RAT UND HILFE 32

TABELLE ZUR BERECHNUNG
DER ABSOLUTEN LUFTFEUCHTIGKEIT..... 33

Titelmotiv: Urschalling, St. Jakobus

VORWORT

Unsere Kirchen und Kunstwerke sind ein unermesslicher Schatz und können eine wesentliche Stütze und Bereicherung in unserem täglichen Leben und Glauben sein. Durch Kunstwerke werden Erlebniswelten erschlossen, die sonst im Verborgenen blieben. Dazu wurden bisweilen bewusst Materialien verwendet, die die Illusion des Überirdischen vermitteln.

In den meisten Fällen sind Kunstwerke durch ihre Materialvielfalt empfindlicher als normale Alltagsgegenstände oder übliches Mobiliar. Das Klima im Kirchenraum ist für deren Erhalt ein maßgeblich entscheidender Faktor und lässt sich durch richtiges Lüften nachgewiesenermaßen verbessern.

Lüften im Kirchenraum und in historischen Gebäuden ist wichtig für deren Erhalt.

Eine pauschale Anleitung für das „perfekte Lüften" gibt es nicht. Jeder Kirchenraum hat, bedingt durch seine geographische Lage, durch sein Alter, durch seine Bauteile und durch die individuelle Ausstattung, jeweils unterschiedliche Anforderungen an das Klima und das erforderliche Lüftungsverhalten.

Die vorliegende Handreichung soll denjenigen, die für den Erhalt von Kirchen und Kapellen Sorge tragen, als Hilfestellung und Denkanstoß für geeignetes Lüften dienen.

Schwindkirchen, Mariä Himmelfahrt

Hörgersdorf, St. Bartholomäus

WARUM LÜFTEN?

Kirchenräume mit ihren Wandmalereien, ihren Altären und Skulpturen sind Zeugnisse des christlichen Glaubens. Unsere kollektive Aufgabe ist es, diese zu pflegen und zu erhalten. Ausschlaggebend hierfür ist das richtige Raumklima. Dabei hat jeder Kirchenraum seine eigenen, individuellen Bedürfnisse.

Kirchen sind in ihrer bauphysikalischen Gesamtheit zu betrachten. So brauchen Kirchenräume mit wertvollen Wandmalereien zum Beispiel eine hohe relative Luftfeuchtigkeit, edle Metalle dagegen eine niedrige. Sind die Altarausstattung oder die Figuren das Kostbarste in der Kirche ist die relative Luftfeuchtigkeit auf das Holz einzustellen. Meistens gilt es, einen Kompromiss zu finden, der im Mittelwert allen materialbedingten Anforderungen gerecht wird.

Um zur richtigen Zeit und im richten Umfang zu lüften, braucht es gewisse Kenntnisse. Diese wollen wir Ihnen im Folgenden vermitteln.

Das Klima wird definiert durch die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und die Luftströmung.

Richtiges Lüften kann dazu beitragen, diese Parameter für Raum und Kunstwerke angemessen zu halten und mögliche Schäden zu vermeiden.

Wenn Schäden entstehen, ist deren Ursache häufig

- zu feuchtes Raumklima,
- zu trockenes Raumklima,
- zu starke Klimaschwankungen.

Ideal für jeden Kirchenraum wären Klimawerte, die sich im Jahresverlauf gleitend verändern und sich innerhalb eines bestimmten Rahmens bewegen.

Im Lauf der Jahreszeiten verändert sich das Klima nicht nur im Außenbereich, sondern auch in den Räumen. Heizen und Lüften sind hier wesentliche Faktoren.

RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT (RLF)

- die relative Luftfeuchtigkeit ist abhängig von der Temperatur.
- Je höher die Temperatur ist, desto mehr Feuchtigkeit kann die Luft aufnehmen, je geringer die Temperatur ist, desto weniger.
- Die relative Luftfeuchtigkeit gibt an, wieviel Prozent der maximal möglichen Feuchteaufnahme erreicht sind.
- Liegt die relative Luftfeuchtigkeit bei 100%, spricht man vom Taupunkt.

ABSOLUTE LUFTFEUCHTIGKEIT (ALF)

- Die absolute Luftfeuchtigkeit gibt an, wieviel Gramm Wasser pro Kubikmeter Luft enthalten sind.
- Sie ist unabhängig von der Temperatur und wird in g/m^3 gemessen.

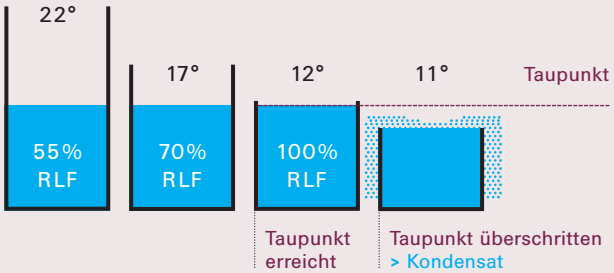
Ist der Taupunkt unterschritten, kann sich Wasser (Kondensat) aus der Luft an kalten Oberflächen absetzen.

TAUPUNKT (KONDENSATIONSPUNKT)

Je höher die Temperatur ist, desto mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen. Der Taupunkt benennt den Punkt, an dem die relative Luftfeuchtigkeit 100 Prozent beträgt und das Wasser in Form von Tau, Nebel oder Tropfen auf kalten Oberflächen zu kondensieren beginnt.

Wir stellen uns die TEMPERATUR ALS GEFÄSS vor. Die Wassermenge in der Luft (die ABSOLUTE LUFTFEUCHTIGKEIT) bleibt gleich:

Je geringer die Temperatur, desto weniger Feuchtigkeit kann die Luft aufnehmen. Ist der Taupunkt erreicht, läuft das Gefäß über → Kondenswasser entsteht.



Quelle: Bistum Hildesheim Richtig Lüften, Animationsfilm

KONDENSATION

Der Übergang eines Stoffes vom gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand nennt man Kondensation. Das Produkt wird als Kondensat bezeichnet.

Das bedeutet für den Kirchenraum:

- die Fenster werden innen nass,
- Wasser läuft herab,
- die Mauern werden feucht,
- am Boden bilden sich Pfützen.

Um den Taupunkt zu berechnen helfen uns Messgeräte innen und außen und eine Tabelle zur Berechnung der ABSOLUTEN LUFTFEUCHTIGKEIT (siehe hintere Umschlagsseite).

WARME FEUCHTE AUSSENLUFT TRIFFT AUF KALTE KIRCHENWÄNDE

	relative LF	Temperatur	absolute LF
Innen	70%	11°C	7 g/m³ Wasser
Außen	70%	17°C	10,15 g/m³ Wasser

Zur Veranschaulichung stelle man sich nun eine kalte Kirche vor, in die warme, feuchte Außenluft strömt. In der Kirche beträgt die Raumluft in unserem Beispiel 11 Grad, die einströmende Luft hat 17 Grad. Die Luftfeuchtigkeit innen und außen beträgt 70 Prozent.

Würde man also an diesem Frühlingstag lüften, würden 3,15 Gramm Wasser pro Kubikmeter Luftraum zusätzlich an Feuchtigkeit in diesen Kirchenraum und an die kalte Wandoberfläche gebracht. Der Taupunkt wäre hier überschritten. Es würde Wasser an der Wand kondensieren, das auf Dauer zu Schäden führt.

ZU HOHE LUFTFEUCHTIGKEIT IM KIRCHENAUM

Viele kleine Kirchen besitzen eine hohe Luftfeuchtigkeit. Lüften zur falschen Zeit oder Dauerlüften, z.B. durch eine ständig offenstehende Kirchentür, kann dies noch verstärken. In Folge entsteht oft ein feuchter Oberflächenfilm, der Algenwuchs und Verschmutzung der Wände bis hin zum Schimmelbefall begünstigen kann.

- Feuchte Kirchen sollten dann gelüftet werden, wenn die absolute Luftfeuchtigkeit im Außenbereich geringer ist als die absolute Luftfeuchtigkeit im Innenraum (Ausnahme: wertvolle Wandmalereien).

- Als Richtwert gilt: Der richtige Zeitpunkt für das Lüften ist, wenn es draußen mindestens fünf Grad kälter ist als drinnen.

Wichtig ist auch die Sicherstellung der Luftzirkulation, die durch geregeltes Querlüften erreicht werden kann. Selbst feuchte Ecken können auf diese Weise wieder trocken werden.

Feuchtigkeit unterstützt Algenwuchs
und mikrobiellen Befall,
Beispiel links: Rotbakterien

SCHADENSBILD WAND

- ALGENWUCHS
  Er entsteht entweder bei hoher Mauerfeuchte durch aufsteigende Feuchte in Kombination mit Licht oder häufiger noch aufgrund von Kondensatbildung durch falsches Lüften.

- MIKROBIELLER BEFALL
  Die Kombination von Feuchtigkeit mit Salzen oder organischen Materialien kann zum günstigen Wachstumsmilieu für Bakterien oder Mikroorganismen führen. Sie sind nicht nur unschön anzusehen, es kann durch sie auch zum Abbau von Bindemitteln und zum Verlust der Malereien kommen.

  Eine Variante stellen Rotbakterien dar: Sie finden sich häufig im Kirchenraum und treten in der Kombination von Feuchte und salzigem Milieu am Mauerwerk auf. Charakteristisch ist ein rosafarbener Schimmer der Wände. Rotbakterien sind lediglich eine optische Beeinträchtigung. Bei ihnen sind schädliche Einwirkungen auf Wände, Malereien oder auf den Menschen nicht bekannt.

→ Lüften zum richtigen Zeitpunkt kann die Luftfeuchtigkeit im Kirchenraum senken und verhindert so die Kondensatbildung

→ Unkontrolliertes Dauerlüften ist zu vermeiden, z.B. eine ständig offenstehende Kirchentür.

Schädlingsbefall: Anobium punctatum
Lästling: Stinkwanze

SCHADENSBILD AUSSTATTUNG

- SCHÄDLINGSBEFALL

  Der Befall von Schädlingen wie dem gemeinen Nagekäfer (Anobium punctatum, umgangssprachlich auch Holzwurm) kann im Laufe der Zeit zu erheblichen Verlusten in der Holzsubstanz führen. Vielfältige Lösungsansätze, wie die Begasung von Räumen oder der Einsatz von Schlupfwespen können erforderlich werden. Leider wurden in vergangener Zeit deshalb auch für den Menschen giftige Holzschutzmittel eingebracht.

  Der Befall wird durch ungünstige Klimabedingungen vermehrt. Anobien und andere Schadinsekten fühlen sich vor allem in feuchten und unzureichend belüfteten Kirchen wohl.

- LÄSTLINGE

  Zu unterscheiden von Schädlingen sind Lästlinge, z. B. Stubenfliegen, Stinkwanzen oder Marienkäfer, die zu bestimmten Zeiten gehäuft auftreten und auch Kirchenräume aufsuchen. Angezogen werden sie von stehender Luft, Wärme oder Dunkelheit. Auch wenn die Lästlinge im Grunde unschädlich sind, so können deren Exkremente bei massenhaftem Auftreten doch Schmutz und Schäden an den Wandfassungen und Figuren hinterlassen.

Richtiges Lüften kann dazu beitragen, Kirchenräume für Schädlinge und Lästlinge weniger attraktiv zu machen.

Hinweis
Der Holzwurm liebt hohe Luftfeuchtigkeit.

Hinweis
Luftzirkulation verhindert Schimmelbildung

Holzrelief mit Schimmelbefall

Unten: Schäden an Gold und Fassung durch aufgequollenes Holz

- SCHIMMEL

  Bei hoher Luftfeuchtigkeit in Kombination mit stehender Luft und ausreichend organischen Stoffen finden Schimmelpilze ideale Wachstumsbedingungen.

  Grundsätzlich sind Schimmelsporen immer in der Luft anzutreffen. Ein Schimmelbefall, also Schimmelwuchs auf Objekten und Kunstwerken, kann allerdings substanzielle Schäden hervorrufen, wie z.B. Bindemittelabbau. Zudem wirken bestimmte Schimmelarten toxisch und können für den Menschen schädlich sein.

- AUFWEICHEN VON HOLZ UND FASSUNG

  Holz „arbeitet". Bei hoher Luftfeuchte saugen sich die Altäre und Skulpturen aus Holz mit Wasser voll und quellen auf.

  Ebenso nehmen wasserlösliche Grundierungen und Malschichten Wasser auf, sie quellen, zersetzen sich und lösen sich ab.

ZU TROCKENES KLIMA IM KIRCHENRAUM

Zu starkes Heizen kann ein Grund für zu geringe Luftfeuchtigkeit sein. Trockene Luft begünstigt das Ausblühen von Salzen an den Wänden und das Schwinden von Holz bei der Ausstattung.

SCHADENSBILD WAND

- SALZAUSBLÜHUNGEN
  Im Laufe von Jahrhunderten haben sich in fast jedem Mauerwerk sogenannte „bauschädliche Salze“ angereichert. Im Idealfall bleiben die Salze bei angemessener Mauerfeuchte in Lösung. Salze brauchen eine gewisse Mauerfeuchtigkeit um in der Wand zu verbleiben. Sobald Salze trocknen und „auskristallisieren“, können sie Putze und wertvolle Wandmalereien zerstören.

Mit geregeltem Lüften können die Klimawerte eines Raumes so eingestellt werden, dass möglichst wenig Salze ausblühen.

SCHADENSBILD AUSSTATTUNG

- FASSUNGSSCHÄDEN
  Eine zu geringe oder stark schwankende relative Luftfeuchtigkeit führt zur Schollenbildung und zum Abplatzen der Malschichten.

Auch die Ausstattung und die Malereien brauchen ein angemessenes Raumklima

Hinweis
Jede Kirche hat ihre eigenen klimatischen Bedürfnisse.

RICHTIG LÜFTEN –
IDEALWERTE UND RICHTWERTE

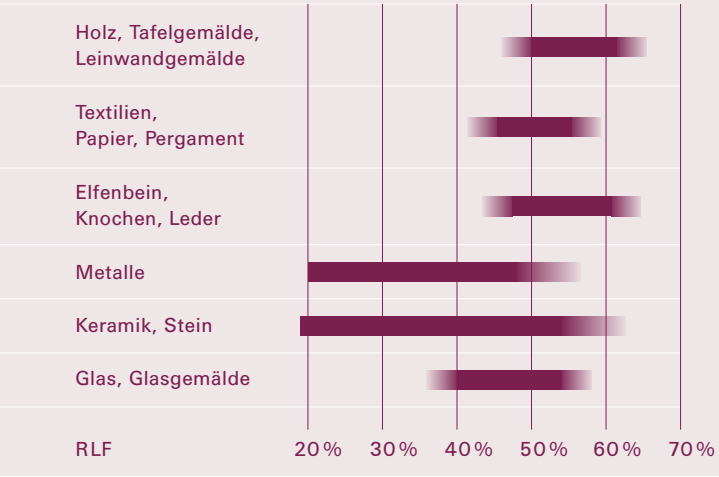
ABHÄNGIGKEIT DER DELIQUENZFEUCHTE VON DER TEMPERATUR AUSGEWÄHLTER SALZE

Salz	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
NaCl	75,9	75,6	75,4	75,2	75,0	74,8
$NaNO_3$	80,1	77,7	75,3	72,8	70,4	68,0
Na_2SO_4	98,8	97,8	95,6	90,1	87,9	88,4
KCl	88,3	86,7	85,0	83,5	82,1	80,7
KNO3	97,0	95,5	93,7	91,5	88,9	85,9
$MgCl_2$-$6H_2O$	34,1	33,7	33,1	32,4	31,5	30,5
$Mg(NO_3)_2$-$6H_2O$	61,3	58,6	55,7	52,5	49,2	45,7
$MgSO_4$-$7H_2O$	94,5	93,1	91,3	89,1	86,3	83,2
$CaCl_2$-$6H_2O$	44,3	39,4	33,3	21,6	18,4	16,3
$Ca(NO_3)_2$-$4H_2O$	63,8	58,8	53,1	46,0	35,5	21,3

IDEALWERTE UND RICHTWERTE

Der Kirchenraum und seine Ausstattung bestehen aus unterschiedlichen Materialien. Je nach Material gibt es unterschiedliche Idealwerte für die relative Luftfeuchtigkeit. Hier kann es zu deutlichen Unterschieden in den Anforderungen kommen:

IDEALWERTE RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT



Die Delinquenzfeuchte beschreibt das Phasengleichgewicht zwischen einem Salz in festem, kristallinen Zustand und einer Salzlösung. Von Nutzen ist es, die Werte der Delinquenzfeuchte der im historischen Mauerwerk vorkommenden Salze mit den für die Ausstattung idealen Werten abzugleichen.

Während Wandmalereien eher eine hohe Luftfeuchte benötigen, damit die Salze nicht ausblühen und mit den Salzkristallen Putz und Malereien absprengen, sind für Ausstattungsgegenstände aus Metall eher trockene Räume von Vorteil.

So sind im Kirchenraum unter Umständen unterschiedliche Klimazonen wie eine trockene Sakristei und ein feuchter Kirchenraum sogar günstig. Gleichwohl ist es für einen Kirchenraum kaum möglich, Idealbedingungen zu schaffen, wie sie z.B. in Kunstdepots oder Museen gegeben sind.

Häufig haben sich Kirchenräume und deren Ausstattungen an ein nicht ganz so ideales Klima „gewöhnt". Es hat sich ein stabiler Zustand eingependelt.

Beispiel für Salzausblühungen und damit einher gehender Zerstörung an einem mittelalterlichen Wandgemälde.

Kleine feuchte Kirchen neigen zu einer konstanten relativen Luftfeuchtigkeit von bis zu 80 %, das ist im Prinzip zu hoch. Aber häufig sind die im Raum befindlichen Kunstwerke daran gewöhnt und das Raumklima sollte nur im Schadensfall langsam und kontrolliert verändert werden.

Große Kirchen sind klimatechnisch meist sehr stabil. Hier führt zu starkes Heizen häufiger zu Schäden, da die relative Luftfeuchtigkeit zu schnell sinkt.

Jahreszeitlich bedingte Schwankungen an Luftfeuchtigkeit und Temperatur sind normal. So können die Werte zwischen 45 % und 80 % liegen.

Wichtig für Klimaänderungen sind gleitende Werte und sanfte Übergänge.

BAUPHYSIKALISCHE ANALYSE KRITISCHER KOMPONENTEN EINES KIRCHENRAUMES

Um gezielt lüften zu können, bedarf es der Kenntnis der idealen Werte eines Kirchenraumes. Diese Werte sind bei jedem Gebäude anders. Sie hängen ab von Komponenten wie:

- Zusammensetzung der Salze im Mauerwerk,
- Zusammensetzung der Fassungen / Bindemittel,
- Bestehendes Raumklima,
- Wert und Gefährdungspotential der Bestandteile des Kirchenraums.

Nach einer bauphysikalischen Analyse, ergänzt durch restauratorische Befunduntersuchung und Schadensermittlung, sind Aussagen zu den Zielklimawerten in einer Kirche möglich. Unter Umständen kann dies nur ein individueller Korridor an Klimawerten sein, bei denen die geringsten Schäden im Kirchenraum zu erwarten sind.

ABWÄGEN WAS WICHTIG IST

GRUNDSÄTZLICH GILT

Ein optimales Raumklima kann erreicht werden, wenn die Werte für Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Lüftungsverhalten an den Kirchenraum angepasst sind.

Dabei ist jeder Kirchenraum individuell zu betrachten. Beim einen steht die Wandmalerei im Vordergrund, beim anderen die Altäre und Skulpturen. Das Lüftungsverhalten ist im Schwerpunkt darauf auszurichten.

BEISPIEL

In Urschalling steht die hochbedeutende, mittelalterliche Wandmalerei über der Ausstattung. Bei falschem Lüften können schwere Schadensbilder entstehen, die diese Wandmalereien zerstören, daher ist das Lüftungsverhalten auf die Malereien auszurichten.

Urschalling, St. Jakobus

HILFSMITTEL ZUM RICHTIGEN LÜFTEN

VOM RICHTIGEN ZEITPUNKT

Um den richtigen Zeitpunkt des Lüftens für den jeweiligen Tag herauszufinden, gibt es Hilfsmittel:

MESSGERÄTE – INNEN UND AUSSEN

Der Vergleich eines einfachen Messgerätes (Hygrometer) im Kircheninneren mit den Werten an einer geschützten Stelle an der Kirche außen (z. B. an der Nordseite) ist eine gute Orientierung.

Zur Unterstützung und Berechnung der absoluten Luftfeuchte (ALF) hilft auch die Tabelle zum Abgleich der Klimawerte innen und aussen (siehe S. 33).

SCHRITT 1: Messen innen: Temperatur, Luftfeuchtigkeit, ALF aus Tabelle ermitteln

SCHRITT 2: Messen außen: Temperatur, Luftfeuchtigkeit, ALF aus Tabelle ermitteln

SCHRITT 3: Abgleich der Werte der absoluten Luftfeuchte. Ist der Wert draußen niedriger als drinnen, kann man lüften, ohne zusätzliche Feuchte in den Kirchenraum einzulassen.

Analoges Messgeräte für den Innen- und Außenbereich

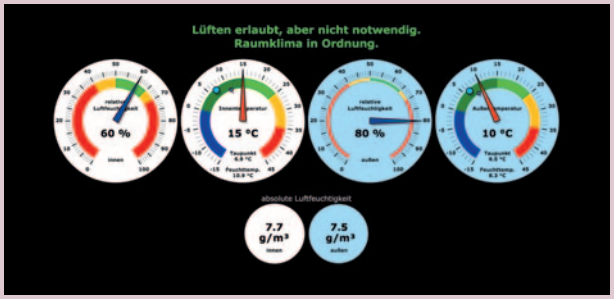
MESSGERÄT MIT COMPUTERPROGRAMM

Ein Hilfsmittel für zielgerichtetes Lüften können Messgeräte in Kombination mit einem Computerprogramm sein.

Lesen Sie im Innenraum der Kirche Temperatur und relative Luftfeuchte ab.

Wenn die Werte und die Postleitzahl ins Programm eingegeben werden, gleicht dieses die Daten mit den Durchschnittswerten der regionalen Wetterstationen ab. Somit kann eine Lüftungsempfehlungen gegeben werden.

Frei nutzbar ist das von mehreren Diözesen empfohlene und bewährte Programm ILE%:
www.klaudiuskrusch.de/klima/Lueftungs-empfehlung_Kirchen.html



Erstellt von Dr. Dipl.-Ing. Klaudius Krusch, Trier

Der Hygro-/Thermo-/Barometerzeigt die absolute Luftfeuchtigkeit innen und außen an.

Ein Datenlogger zeichnet Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit auf.

LÜFTUNGSAMPEL

Als zusätzliche Hilfestellung für den Abgleich der Messwerte von außen und innen wurde ein einfaches elektronisches Messgerät, die sogenannte Lüftungsampel, entwickelt. Die Lüftungsampel misst die relevanten Werte im Innen- und Außenbereich und zeigt an, ob es gerade sinnvoll ist, zu lüften oder nicht.

Die Ampel kennt aber im Regelfall die Grenzen des sinnvollen Lüftens nicht, da sie nicht auf konservatorische Ideal- und Grenzwerte an Ausstattungskomponenten Bezug nimmt. Es gab Fälle, in denen durch „zu fleißiges“ Lüften neuerliche Schäden verursacht wurden.

Im Zweifelsfall greifen Sie bitte auf die Tabelle zur Berechnung der absoluten Luftfeuchtigkeit zurück.

Datenlogger zur Klimaaufzeichnung sowie Wetterstation können Sie ebenso unterstützen.

Automatische Vorrichtung der Lüftungsanlage

LÜFTUNGSANLAGEN

Steht kein Personal für eine regelmäßige und situationsangepasste Lüftung zur Verfügung, wird vermehrt der Einbau von automatisch geregelten Lüftungsanlagen in Betracht gezogen, die sich an den jeweiligen Idealwerten für die einzelne Kirche ausrichten.

Es gibt heute verschiedene Systeme, die zuverlässig und autark arbeiten:

- Fensterlüftungsflügel, die sich automatisch öffnen,
- Lüftungsanlagen, die mit Ventilatoren arbeiten,
- Lüftungsanlagen, die von außen lüften,
- Lüftungsanlagen, die mit Dachbodenluft lüften.

Sollten Sie an diese technische Lösung denken, bitten wir Sie, sich individuell beraten zu lassen, ggf. sind vorab auch Schadstoffmessungen im Dachboden notwendig.

ZUSAMMENFASSUNG – EMPFEHLUNGEN ZUM RICHTIGEN LÜFTEN

1 KENNTNIS ÜBER DIE KLIMASITUATION
Wichtigste Voraussetzung ist es, die Klimasituation im Innen- und Außenbereich der Kirche zu messen und zu kennen.

2 BEI EINER ZU FEUCHTEN KIRCHE
Nur dann lüften, wenn die absolute Luftfeuchtigkeit geringer ist. Ein Richtwert dafür ist, wenn die Temperatur im Außenbereich mindestens 5 Grad unter der Temperatur im Innenraum liegt.

3 BEI EINER ZU TROCKENEN KIRCHE
Nur dann lüften, wenn die absolute Luftfeuchtigkeit im Außenbereich höher als im Innenraum ist.

4 NICHT NACH GEFÜHL LÜFTEN
Nicht an den ersten warmen Tagen im Jahr lüften, wenn draußen das Wetter schön ist. Die warme, feuchte Luft kondensiert sonst an den noch kalten Wänden.

5 DER RICHTIGE ZEITPUNKT
Lüften ist vor allem in den Morgen- und Abendstunden sinnvoll, auch im Winter.

6 KURZES STOSSLÜFTEN
Stoßlüften hilft dabei die vorhandene Luftfeuchtigkeit abzutransportieren.

7 QUERLÜFTEN
Querlüften unterstützt das Stoßlüften. Es sollten stets alle verfügbaren Lüftungsmöglichkeiten genutzt werden.

8 LÜFTUNGSDAUER
Bei gutem Durchzug sollte die Lüftungsdauer ca. eine halbe Stunde bis eine Stunde betragen. Dauerlüften kann schädlich sein.

9 KLIMASCHWANKUNGEN
Extreme Schwankungen bei Temperatur und Luftfeuchtigkeit sollten vermieden werden. Gleitende Werte sind optimal.

10 REGELMÄSSIGE GOTTESDIENSTE UND REGELMÄSSIGE NUTZUNG
Wird ein Kirchenraum regelmäßig genutzt, ist der Luftaustausch besser. Bei gut besuchten Veranstaltungen (Heiligabend, Ostern) sollte ausreichend Zeit für das Lüften eingeplant werden.

11 AUSREICHENDE LÜFTUNG
In wenig genutzten Filialkirchen ist noch intensiver auf eine ausreichende Lüftung zu achten.

RAT UND HILFE

Kostenfreie Hilfestellung bei Fragen oder Problemen gibt das Ressort Bau und Kunst im Erzbischöflichen Ordinariat München und Freising:

HAUPTABTEILUNG KIRCHLICHES BAUEN

- Region München
  Telefon 089 / 21 37 - 731 84
  E-Mail Bauberatung-muenchen@eomuc.de

- Region Nord
  Telefon 089 / 21 37 - 731 82
  E-Mail Bauberatung-nord@eomuc.de

- Region Süd
  Telefon 089 / 21 37 - 731 83
  E-Mail Bauberatung-sued@eomuc.de

HAUPTABTEILUNG FACILITY MANAGEMENT

- Region München
  Telefon 089 / 21 37 - 15 94
  E-Mail FM-Muenchen@eomuc.de

- Region Nord
  Telefon 089 / 21 37 - 26 04
  E-Mail FM-Nord@eomuc.de

- Region Süd
  Telefon 089 / 21 37 - 26 07
  E-Mail FM-Sued@eomuc.de

HAUPTABTEILUNG KUNST

Telefon 089 / 21 37 - 26 30 oder 089 / 21 37 - 26 35
E-Mail kunst@eomuc.de

TABELLE ZUR BERECHNUNG DER ABSOLUTEN LUFTFEUCHTIGKEIT (ALF)

TABELLE ZUR BERECHNUNG DER ABSOLUTEN LUFTFEUCHTIGKEIT (ALF)

RELATIVE LUFTFEUCHTE IN %

TEMPERATUR	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%*
-5°	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94	2.21	2.27	2.43	2.59	2.75	2.92	3.09	3.24
-4°	1.40	1.58	1.76	1.93	2.11	2.28	2.46	2.63	2.81	2.98	3.16	3.34	3.52
-3°	1.52	1.72	1.91	2.09	2.29	2.48	2.67	2.86	3.05	3.24	3.43	3.62	3.81
-2°	1.65	1.86	2.07	2.27	2.48	2.68	2.89	3.10	3.30	3.51	3.72	3.92	4.13
-1°	1.79	2.02	2.24	2.47	2.68	2.92	3.13	3.35	3.58	3.80	4.02	4.25	4.47
0°	1.94	2.18	2.42	2.66	2.90	3.14	3.39	3.63	3.87	4.11	4.36	4.60	4.84
1°	2.08	2.34	2.60	2.86	3.12	3.38	3.64	3.90	4.16	4.42	4.68	4.94	5.20
2°	2.24	2.52	2.80	3.08	3.36	3.64	3.92	4.20	4.48	4.76	5.04	5.32	5.60
3°	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.20	4.50	4.80	5.10	5.40	5.70	6.00
4°	2.56	2.88	3.20	3.52	3.84	4.16	4.48	4.80	5.12	5.44	5.76	6.08	6.40
5°	2.72	3.06	3.40	3.74	4.08	4.42	4.76	5.10	5.44	5.78	6.12	6.46	6.80
6°	2.92	3.29	3.65	4.02	4.38	4.74	5.11	5.48	5.84	6.20	6.57	6.94	7.30
7°	3.12	3.51	3.90	4.29	4.68	5.07	5.46	5.85	6.24	6.63	7.02	7.41	7.80
8°	3.32	3.74	4.15	4.57	4.98	5.40	5.81	6.23	6.64	7.06	7.47	7.88	8.30
9°	3.52	3.96	4.40	4.84	5.28	5.72	6.16	6.60	7.04	7.48	7.92	8.36	8.80
10°	3.76	4.23	4.70	5.17	5.64	6.11	6.58	7.05	7.52	7.99	8.46	8.93	9.40
11°	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00
12°	4.28	4.82	5.35	5.89	6.42	6.96	7.49	8.03	8.56	9.10	9.63	10.16	10.70
13°	4.56	5.13	5.70	6.27	6.84	7.41	7.98	8.55	9.12	0.69	10.26	10.83	11.40
14°	4.84	5.45	6.05	6.66	7.26	7.87	8.47	9.08	9.68	10.29	10.89	11.50	12.10
15°	5.12	5.76	6.40	7.04	7.68	8.32	8.90	9.60	10.24	10.88	11.52	12.26	12.80
16°	5.44	6.12	6.80	7.48	8.16	8.84	9.52	10.20	10.88	11.56	12.24	12.92	13.60
17°	5.80	6.53	7.25	7.98	8.70	9.42	10.15	10.88	11.60	12.32	13.05	13.77	14.50
18°	6.16	6.93	7.70	8.47	9.24	10.00	10.78	11.55	12.32	13.09	13.86	14.63	15.40
19°	6.52	7.34	8.15	8.97	9.78	10.60	11.42	12.23	13.04	13.85	14.67	15.48	16.30
20°	6.92	7.79	8.65	9.52	10.38	11.25	12.11	12.98	13.84	14.70	15.57	16.44	17.30
21°	7.44	8.24	9.15	10.07	10.98	11.89	12.81	13.72	14.64	15.55	16.47	17.38	18.30
22°	7.76	8.73	9.70	10.67	11.64	12.61	13.58	14.56	15.52	16.49	17.46	18.41	19.40
23°	8.24	9.27	10.30	11.33	12.36	13.39	14.41	15.45	16.48	17.51	18.54	19.54	20.60
24°	8.92	9.81	10.90	11.99	13.08	14.17	15.26	16.35	17.44	18.53	19.62	20.71	21.80
25°	9.20	10.35	11.50	12.65	13.80	14.95	16.10	17.25	18.40	19.55	20.70	21.85	23.00
26°	9.76	10.98	12.20	13.42	14.64	15.86	17.08	18.30	19.42	20.74	21.96	23.18	24.40
27°	10.32	11.61	12.90	14.19	15.48	16.77	18.06	19.35	20.64	21.93	23.21	24.52	25.80
28°	10.88	12.24	13.60	14.96	16.32	17.68	19.04	20.40	21.76	23.12	24.48	25.82	27.20
29°	11.48	12.91	14.35	15.78	17.22	18.66	20.09	21.53	22.96	24.40	25.83	27.23	28.70
30°	12.12	13.64	15.15	16.66	18.18	19.70	21.21	22.73	24.24	25.76	27.27	28.80	30.30

ALF, Absolute Feuchte in g/m³

100 % = Wassermenge in der Luft zum erreichen der Sättigung

SCHRITT 1

Temperatur und RLF innen messen

SCHRITT 2

Temperatur und RLF außen messen

SCHRITT 3

Werte der ALF in Tabelle ermitteln

Ist der Wert für außen niedriger als innen:
→ Lüften ist möglich, ohne zusätzliche Feuchtigkeit reinzulassen.

Impressum

Erzdiözese München und Freising (KdöR)
vertreten durch das Erzbischöfliche Ordinariat München
Generalvikar Christoph Klingan
Kapellenstraße 4, 80333 München

Verantwortlich für den Inhalt: Ressort Bauwesen und Kunst,
Benedikt Buckler, Ressortleiter und
Dr. Anja Schmidt, Leiterin Hauptabteilung Kunst

Text und Redaktion:
Regina Bauer-Empl, Restauratorin,
Dr. Hans Rohrmann, Fachreferent für krichliche Denkmalpflege,
Dr. Anja Schmidt, Hauptabteilungsleiterin

Realisierung des Produkts mit der Stabsstelle Kommunikation,
Visuelle Kommunikation

Konzept und Gestaltung: design wirkt, München
Bildbearbeitung: Holger Reckziegel, Bad Wörishofen
Bildnachweis: EOM (Fotograf: Achim Bunz),
S. 6: iStock / deepblue4you, S. 14, oben: Gerd Wapler, S. 14 u.,
S. 16 o., S. 19 u., S. 26, S. 28: Regina Bauer-Empl,
S. 16 unten: Ingrid Stümmer, S. 29: Krah und Grothe

Druck: Druckservice Kreiter GmbH, Wolfratshausen
Papier: Gardamatt Art, FSC®-zertifiziert

Die Kompensation der CO_2-Emissionen erfolgt
über Klimaschutzprojekte des kirchlichen
Kompensationsfonds Klima-Kollekte gGmbH.

KLIMA KOLLEKTE
Kirchlicher Kompensationsfonds

UID-Nummer: DE811510756