



Temperatur- und Lüftungsempfehlungen für Kirchen

Bearbeiter: Dr. Günter Nowinski, NowInform GmbH, 20.11.2024

Vorwort

Dieser Text wurde zunächst für die evangelisch-reformierte Kirche in Deutschland geschrieben. Wir beraten die Abteilung Klimaschutzmanagement der reformierten Kirche in Deutschland bei Fragen zu Lüftung und Heizung von Kirchen. Dazu läuft eine umfangreiche Messkampagne, bei der jeweils einjährige Messungen der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den Kirchen durchgeführt werden. Wir werten diese Daten aus und erstellen individuelle Lüftungsempfehlungen für jede Kirche. Das Ziel ist, das Raumklima in den Kirchen zu überwachen und, wenn nötig, mit möglichst wenig Einsatz von Energie / CO₂ / Geld zu optimieren.

Wenn im Folgenden von „Ihrer Auswertung“ die Rede ist, bezieht sich das auf diese Empfehlungen. Grundsätzlich gelten die hier beschriebenen Zusammenhänge aber für alle Kirchen und Gebäude, die nicht permanent beheizt und genutzt werden.

Wir haben bisher Lüftungsempfehlungen für über 100 Kirchen erstellt, darunter auch etliche mit Lüftungsanlagen. Keine der gesehenen Lüftungsanlagen erfüllt alle besonderen Anforderungen von Kirchen. Auf Basis unserer Erfahrungen haben wir eine neuartige Kirchenlüftungsanlage entwickelt, mit der wir Kirchen ausstatten können, in denen ein Feuchteproblem durch manuelles Lüften nicht beseitigt werden kann.

Inhalt

1. Warum ist das Raumklima so wichtig?	2
2. Was ist relative und absolute Luftfeuchtigkeit?.....	2
3. Was passiert beim Aufheizen und Abkühlen?	3
4. Welches Raumklima soll in der Kirche herrschen?.....	3
5. Lüftungsregeln: Wann sollte gelüftet werden?	4
6. Wann sollten Sie NICHT lüften?.....	6
7. Wie sollte gelüftet werden?	6
8. Bestimmung der absoluten Luftfeuchtigkeit	7
9. Nutzen Sie eine App für die Lüftungsentscheidung	8
10. Noch ein Wort zur Orgel	9
11. Tabelle zur Bestimmung der absoluten Luftfeuchtigkeit.....	10
12. Diagramm zur Bestimmung der absoluten Luftfeuchtigkeit	11
13. Lüftungsregeln für feuchte Kirchen in aller Kürze	12

1. Warum ist das Raumklima so wichtig?

Ein gutes Raumklima in der Kirche ist aus mehreren Gründen wichtig:

- Die Gemeindemitglieder erwarten Behaglichkeitskomfort und gute Luftqualität. Schlechte Belüftung und zu feuchtes Klima kann das Wachstum von Schimmel und Bakterien fördern und so zu gesundheitlichen Risiken führen.
- Gutes Raumklima ist entscheidend für den langfristigen Erhalt des Gebäudes und seiner Ausstattung. Dabei kommt es hauptsächlich auf die Luftfeuchtigkeit an.

Die Beheizung ist die größte Quelle von CO₂-Emissionen und natürlich auch Kosten. Eine große Kirche im Winter aufzuheizen, kann mehrere Hundert Euro kosten. Jedes Grad weniger bringt 10 % Ersparnis.

Wenn Schäden entstehen, ist die Ursache meist nicht die Temperatur, sondern zu hohe oder zu niedrige Feuchtigkeit oder ein zu stark schwankendes Raumklima.

- zu feuchtes Raumklima kann Holz aufquellen lassen, Stein erodieren, Farbschichten abblättern lassen oder zu Schimmel- oder Algenbildung führen.
- zu trockenes Raumklima verursacht Risse in Holz (z.B. Orgel, Kirchenbänke, Holzfußboden) und anderen organischen Materialien
- zu starke Klimaschwankungen können zu Materialspannungen führen, die Stein und Holz schädigen. Putz kann reißen und abblättern. An Metallgegenständen kann Rost auftreten.

2. Was ist relative und absolute Luftfeuchtigkeit?

Die Datenlogger in der Kirche messen die **Temperatur** und die **relative Luftfeuchtigkeit**.

Die **absolute Luftfeuchtigkeit** lässt sich nicht direkt messen, kann aber aus Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit berechnet oder aus einem Diagramm abgelesen werden.

Der **Zusammenhang** zwischen Lufttemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und absoluter Luftfeuchtigkeit lässt sich einfach so erklären:

1. **Lufttemperatur:** Je wärmer die Luft, desto mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen. Das bedeutet, dass warme Luft eine höhere maximale Kapazität für Wasserdampf hat als kalte Luft.
2. **Absolute Luftfeuchtigkeit:** Diese gibt an, wie viel Wasserdampf tatsächlich in der Luft vorhanden ist. Sie wird in Gramm Wasser pro Kubikmeter Luft (g/m³) gemessen. Je mehr Wasserdampf in der Luft ist, desto höher ist die absolute Luftfeuchtigkeit.
3. **Relative Luftfeuchtigkeit:** Dies ist das Verhältnis der aktuellen Menge Wasserdampf in der Luft zur maximal möglichen Menge bei einer bestimmten Temperatur. Sie wird in Prozent (%) angegeben. Eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % bedeutet, dass die Luft vollständig mit Wasserdampf gesättigt ist.

Der Zusammenhang:

- Wenn die **Lufttemperatur steigt**, kann die Luft mehr Wasserdampf aufnehmen, wodurch die **absolute Luftfeuchtigkeit** theoretisch gleich bleibt, aber die **relative Luftfeuchtigkeit** sinkt (wenn sich der Wasserdampf in der Luft nicht verändert). Beispiel: Bei gleicher Menge Wasserdampf kann warme Luft mehr davon halten, sodass die relative Luftfeuchtigkeit niedriger wird.

- Umgekehrt, wenn die **Lufttemperatur sinkt**, kann die Luft weniger Wasserdampf halten. Wenn sich der Wasserdampf in der Luft nicht ändert, steigt die **relative Luftfeuchtigkeit**, und die Luft wird vielleicht sogar "satt", was zu **Kondensation** (z.B. Tau oder Nebel) führen kann.

Zusammengefasst:

- **Absolute Luftfeuchtigkeit**: Menge an Wasserdampf in der Luft.
- **Relative Luftfeuchtigkeit**: Verhältnis der aktuellen Menge zu der maximal möglichen Menge bei der aktuellen Temperatur.
- **Temperatur** beeinflusst, wie viel Wasserdampf die Luft maximal halten kann.

3. Was passiert beim Aufheizen und Abkühlen?

Wenn eine Kirche für einen Gottesdienst aufgeheizt wird, bleibt die Menge an Wasserdampf in der Luft, also die absolute Luftfeuchtigkeit, zunächst konstant. Die relative Luftfeuchtigkeit sinkt.

Wenn es feuchte Stellen in der Kirche gibt, nimmt die erwärmte Luft zusätzliches Wasser auf.

Auch die Besucherinnen und Besucher tragen zu erhöhter Feuchtigkeit bei, einerseits durch ihre Atemluft, andererseits je nach Wetterlage zum Beispiel durch feuchte Kleidung.

Dadurch steigen die relative und die absolute Luftfeuchtigkeit an.

Wenn die Kirche dann wieder abköhlt, führt die erhöhte absolute Luftfeuchtigkeit zu einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit. Bei starker Abkühlung kann es zur **Kondensation** kommen, zuerst an den Fenstern, dann auch an Außenwänden.

4. Welches Raumklima soll in der Kirche herrschen?

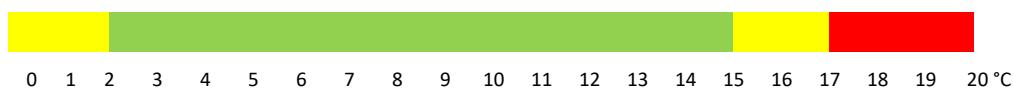


Bild: Lufttemperatur

Wenn die Kirche im Winter **nicht genutzt** wird, darf die **Temperatur** tief absinken, so lange die relative Feuchtigkeit nicht zu stark ansteigt. In Kirchen mit Wasserleitungen oder Wasserheizung muss der Frostschutz gewährleistet sein. Wo keine Wasserleitungen vorhanden sind, darf die Temperatur sogar unter den Gefrierpunkt sinken.

Wenn die Kirche im Winter genutzt wird, sollte eine **Grundtemperierung** erfolgen, die gerne bei 4 bis 5 °C liegen darf.

Für Gottesdienste und Veranstaltungen wird die Kirche aufgeheizt. Die **Zieltemperatur** sollte nicht höher als 15 bis 16 °C sein. Zum einen ist diese Temperatur behaglich für Menschen, die im Winter sowieso warm angezogen zur Kirche kommen. Ein anderer Grund hängt mit der relativen Luftfeuchtigkeit zusammen und wird weiter unten erklärt.

Das **Aufheizen** soll **langsam** erfolgen, Richtwert ist eine Temperaturänderung von 1 °C pro Stunde und eine Änderung der relativen Luftfeuchtigkeit von unter 20 % pro 24 Stunden. Viele Kirchenheizungssteuerungen haben die Möglichkeit, die Änderungsgeschwindigkeit vorzugeben.

Das **Problem** beim Aufheizen ist die damit verbundene fallende relative Luftfeuchtigkeit. Zunächst: Wie hoch sollte die **relative Luftfeuchtigkeit** sein?



Bild: Relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit sollte möglichst immer im Bereich von 50 % bis 75 % liegen.

Werte über 80 % werden als unangenehm empfunden, und es droht Schimmelgefahr (vor allem im Sommer!).

Auch Werte unter 35 % werden als unangenehm empfunden („trockene Luft“) und sind eine Gefahr für Holzgegenstände.

50 % bis 75 % relativer Luftfeuchtigkeit entspricht bei 16 °C einer absoluten Luftfeuchtigkeit von etwa 7 bis 10 g/m³. Bei 20 °C sind es schon 9 bis 13 g/m³.

Nun zurück zum Problem beim Aufheizen:

Wenn Luft mit 4 °C und 75 % relativer Luftfeuchtigkeit auf 16 °C erwärmt wird, fällt die relative Luftfeuchtigkeit auf 35 %. Das ist gerade noch vertretbar.

Würde weiter auf 20 °C aufgeheizt, würde die relative Luftfeuchtigkeit weiter auf 27 % fallen, das ist kritisch niedrig (unangenehm trocken und Schäden an Holz und Orgel!). *Dies ist der bauphysikalische Grund, warum empfohlen wird, Kirchen im Winter nicht höher als 16 °C zu heizen.*

Noch besser ist es, die Kirche insgesamt weniger aufzuheizen und körpernahe Heizsysteme zu verwenden. Viele Kirchen verwenden zum Beispiel beheizte Sitzkissen und heizen nur noch auf 12 bis 13 °C. Die Einsparung an CO₂ und Energiekosten beträgt etwa 10 % pro Grad Celsius und somit 30 bis 40 % gegenüber dem Aufheizen auf 16 °C.

5. Lüftungsregeln: Wann sollte gelüftet werden?

Natürlich dient das Lüften auch zum Ersetzen „verbrauchter“ Luft bei und nach Veranstaltungen mit vielen Personen (weniger Sauerstoff, mehr CO₂) und dem Beseitigen schlechter Gerüche.

Der Hauptgrund für das Lüften ist aber die **Feuchtigkeitsregulierung**. Regelmäßiges, kontrolliertes Lüften hilft, zu hohe Feuchtigkeit abzuführen und das Gebäude trocken zu halten. Deshalb muss unabhängig von Veranstaltungen regelmäßig kontrolliert gelüftet werden.

Die meisten Kirchen sind tendenziell zu feucht. Hier muss gelüftet werden, um Feuchtigkeit aus der Kirche herauszubringen. Nur ganz wenige Kirchen sind zu trocken. Dann muss man anders vorgehen und durch das Lüften Feuchtigkeit in die Kirchen hineinbringen. Die folgenden Regeln beziehen sich auf eher feuchte Kirchen.

Aus physikalischer Sicht ist es sinnvoll, dann zu lüften, wenn die Luft draußen trockener als innen ist. Das kann man mit der **absoluten** Luftfeuchtigkeit feststellen.

Goldene Regel

Lüften Sie, wenn die absolute Luftfeuchtigkeit außen niedriger ist als die absolute Luftfeuchtigkeit innen.

Diese Regel ist das Optimum der Lüftungsregeln. Unglücklicherweise ist es nicht ganz einfach, diese Regel anzuwenden. Man muss die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit innen und außen messen und dann die Differenz der absoluten Luftfeuchtigkeit aus diesen 4 Werten bestimmen. Wie das geht, wird im Abschnitt 7 erklärt.

Oft kann man einfache Lüftungsregeln anwenden. Ob das für Ihre Kirche gilt, steht in Ihrer individuellen Auswertung.

Draußen-kälter-Regel

Lüften Sie, wenn es draußen $x^{\circ}\text{C}$ kälter ist als innen.

Diese einfache Regel, für die man nur zwei Temperaturen braucht, ist häufig recht gut anwendbar. Man nimmt dabei aber in Kauf, dass es **falsch-positive** Fälle gibt, bei denen die Regel das Lüften empfiehlt, obwohl die Luft draußen feuchter ist als innen. Und es gibt **falsch-negative** Fälle, bei denen die Regel das Lüften untersagt, obwohl es nützlich wäre.

Wir geben in Ihrer individuellen Auswertung an, ob diese Regel bei Ihnen anwendbar ist und welche Temperaturschwelle für Ihre Kirche gilt.

Im-Sommer-nachts-lüften-Regel

Lüften Sie im Sommer in der Nacht.

Für diese Regel braucht man überhaupt keine Messwerte außer der Uhrzeit.

Auch diese Regel ist mit Vorsicht zu benutzen. Zwar ist die Luft im Sommer in der Nacht draußen oft trockener als tagsüber, aber eben nicht immer. Es gibt Standorte, bei denen die Regel in 50 % der Nächte falsch-positiv ist.

Auch für diese Regel sagen wir Ihnen in Ihrer individuellen Auswertung, wie gut sie zutrifft.

Bemerkungen zur Taupunktdifferenz

Es gibt automatische Lüftungsanlagen am Markt, die eine Lüftungsentscheidung nicht aufgrund der Differenz der absoluten Luftfeuchtigkeit innen und außen (in %) treffen, sondern aufgrund der Taupunktdifferenz. Der Taupunkt ist die Temperatur, bei der die Luft eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % erreicht, wenn sie abgekühlt wird, und wird in $^{\circ}\text{C}$ angegeben. Gelüftet wird, wenn der Taupunkt außen z.B. mindestens 3°C unter dem Taupunkt innen liegt.

Die Lüftungsentscheidung aufgrund der Taupunktdifferenz ist auf den ersten Blick relativ ähnlich zur Lüftungsentscheidung aufgrund der Differenz der absoluten Luftfeuchtigkeit. Es gibt aber einen wichtigen Unterschied: Durch die Form der weiter unten gezeigten Kurven entspricht eine Differenz von 1 g/m^3 bei 0°C einer Taupunktdifferenz von $2,8^{\circ}\text{C}$. Dieselbe Differenz von 1 g/m^3 entspricht bei 20°C einer Taupunktdifferenz von nur noch 1°C . Umgekehrt entspricht eine Taupunktdifferenz von 3°C einer Differenz der absoluten Luftfeuchtigkeit von $3,3 \text{ g/m}^3$.

Die Lüftungsentscheidung anhand einer konstanten Taupunktdifferenz führt also bei warmem Wetter zu deutlich weniger Lüftungsentscheidungen als bei der Differenz der absoluten Luftfeuchtigkeit.

Nach-Veranstaltungen-Regel

Lüften Sie nach Veranstaltungen.

Nach Veranstaltungen ist meist die relative Luftfeuchtigkeit hoch, zusätzlich ist die Luft verbraucht. Wenn geheizt wurde, hat die warme Luft noch zusätzlich gespeicherte Feuchtigkeit aus Oberflächen aufgenommen.

Wenn die Besucherinnen und Besucher gehen, ergibt sich ganz von selbst die Gelegenheit, nicht nur die Tür weit zu öffnen und offen zu halten, sondern auch die Fenster, und 15 Minuten lang gründlich durchzulüften.

6. Wann sollten Sie NICHT lüften?

Nicht-bei-Frost-Regel

Lüften Sie nicht bei Frost (außer bei über 70 % relativer Luftfeuchtigkeit in der Kirche).

Bei Frost ist die Außenluft extrem trocken. Kalte Luft kann sehr wenig Wasserdampf aufnehmen. Die absolute Luftfeuchtigkeit liegt bei Frost oft im Bereich von 2 bis 4 g/m³. Wenn diese trockene Luft in die Kirche gelangt und sich erwärmt, kommt man schnell in Bereiche extrem niedriger relativer Luftfeuchtigkeit.

Beispiel: Frost mit -10 °C und 90 % relative Luftfeuchtigkeit: Die absolute Luftfeuchtigkeit liegt bei etwa 2 g/m³.

Wird diese Luft in der Kirche erwärmt, sinkt die relative Luftfeuchtigkeit bei 5 °C auf kritische 30 %, bei 16 Grad auf gefährlich niedrige 15 %.

Nicht-an-warmen-Tagen-Regel

Lüften Sie nicht, wenn es draußen wärmer ist als innen.

Warme Luft kann sehr viel Wasser aufnehmen. Gelangt diese Luft in die kühlere Kirche, steigt die relative Luftfeuchtigkeit extrem an.

Beispiel: Ein schöner Tag im August. Es ist morgens um 10 Uhr draußen schon 25,6 °C warm, die relative Luftfeuchtigkeit beträgt 75 %. In der Kirche sind es 19 °C.

Gelangt die Außenluft in die Kirche und kühlt sich auf 19 °C ab, kann sie die enthaltene Wassermenge nicht mehr halten. Die relative Luftfeuchtigkeit steigt auf 100 %, das Wasser kondensiert an Kirchenwänden und Einrichtungsgegenständen, es kann sich sogar Nebel in der Kirche bilden.

Das ist das genaue Gegenteil von dem, was man zur Trocknung der Kirche erreichen will.

Aus dem gleichen Grund sollen **die Türen im Sommer geschlossen gehalten** werden.

7. Wie sollte gelüftet werden?

Querlüften. Kurz und kräftig. Öffnen Sie alle verfügbaren Fenster und Türen und lassen Sie eine Viertelstunde lang den Wind durch die Kirche wehen.

Wenn möglich, stellen Sie **Fenster nicht auf Kipp, sondern öffnen Sie sie ganz**. Auf Kipp bleiben die Fenster dann stunden- oder tagelang geöffnet. Dann fehlt die Kontrolle, ob das Lüften sinnvoll ist. Was man dann z.B. in der Nacht an Feuchtigkeit loswird, kommt am nächsten warmen Tag wieder herein.

Lüften Sie **regelmäßig**, auch in Zeiten der Winterkirche, wenn die Kirche kaum oder gar nicht genutzt wird. In dieser Zeit steigt die relative Luftfeuchtigkeit gerne in bedrohliche Höhen an. Wirken Sie dem entgegen.

Wenn es **kein Personal** gibt, um regelmäßiges Lüften sicherzustellen, denken Sie über den Einbau einer **Lüftungsautomatik** nach, die abhängig von der absoluten Luftfeuchtigkeit innen und außen die Fenster automatisch öffnet oder schließt. Das ist auch zu empfehlen, weil günstige Lüftungszeitpunkte oft in der Nacht liegen, wo sicher niemand von Hand lüften wird. Eine solche Lüftungsautomatik setzt die Goldene Regel optimal um.

Viele Kirchen haben nur **wenige Fenster, die sich öffnen lassen**, so dass effektives Lüften kaum möglich ist. Hier kann eine gebläseunterstützte Lüftung helfen, die gezielt Luft absaugt oder Außenluft einbläst oder sogar beides. Solch eine Lüftungsanlage muss natürlich auch eine von der absoluten Luftfeuchtigkeit abhängige Steuerung haben.

8. Bestimmung der absoluten Luftfeuchtigkeit

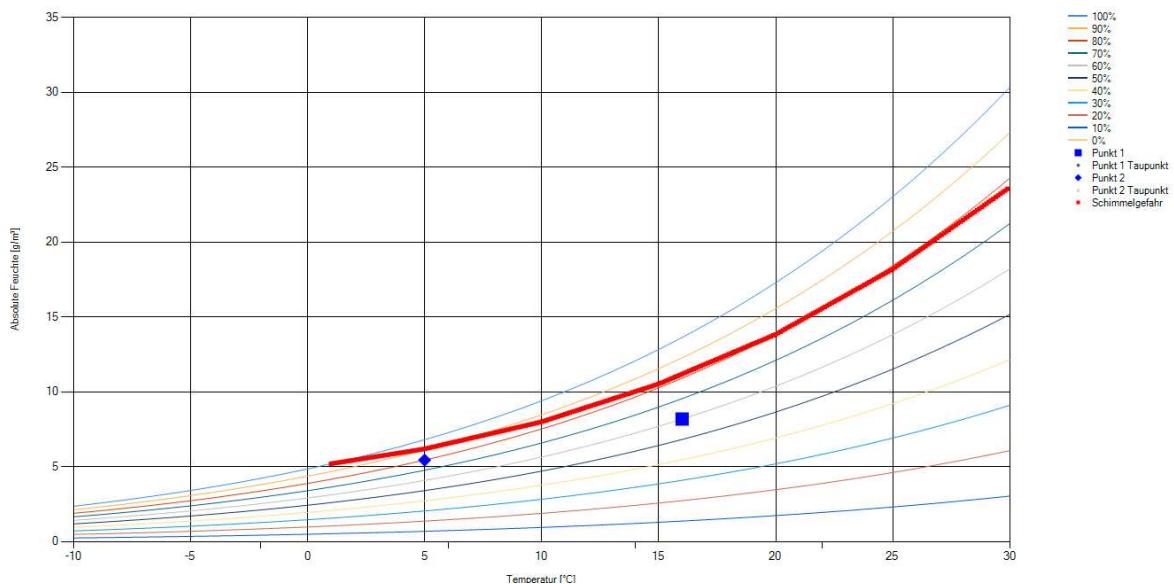
Wie schon gesagt, die Anwendung der Goldenen Regel für das Lüften ist nicht ganz einfach. Dafür liefert sie die optimalen Ergebnisse.

Hier die Vorgehensweise Schritt für Schritt:

1. Messen Sie innen und außen die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit
2. Bestimmen Sie die absolute Luftfeuchtigkeit für innen und außen
3. Wenn die absolute Luftfeuchtigkeit außen niedriger ist als innen, lüften Sie.

Das Schwierigste ist der Schritt 2. Dafür bieten wir hier 2 Wege an.

a) Absolute Luftfeuchtigkeit aus Diagramm bestimmen



Diese Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen **Temperatur** (untere Achse), **relativer Luftfeuchtigkeit** (die eingezeichneten Kurven) und **absoluter Luftfeuchtigkeit** (linke Achse).

(Diese Grafik gibt es noch einmal in höherer Auflösung mit Hilfslinien im Abschnitt 12.)

Außerdem ist noch die rote Kurve für Schimmelgefahr eingezeichnet. Bei Bedingungen über dieser Kurve können sich Schimmelpilze vermehren.

Nehmen wir an, wir messen innen 16 °C und 60 %, außen 5 °C und 80 %.

Zeichnen Sie diese beiden Punkte in das Diagramm ein. Für innen steht das blaue Quadrat, für außen die blaue Raute.

Auf der linken Y-Achse lesen wir für innen einen Wert etwas über 8 g/m³ ab, für außen etwas über 5 g/m³. Also ist es außen trockener als innen, es kann gelüftet werden.

b) Absolute Luftfeuchtigkeit aus Tabelle bestimmen

Die Tabelle im Abschnitt 12 enthält die gleichen Daten wie das Diagramm.

Nehmen wir das gleiche Beispiel wie eben, wir messen innen 16 °C und 60 %, außen 5 °C und 80 %.

In der Tabelle finden wir für innen in der Zeile für 16 °C in der Spalte für 60 %: 8,18 g/m³ und für außen in der Zeile für 5 °C in der Spalte für 80 %: 5,44 g/m³.

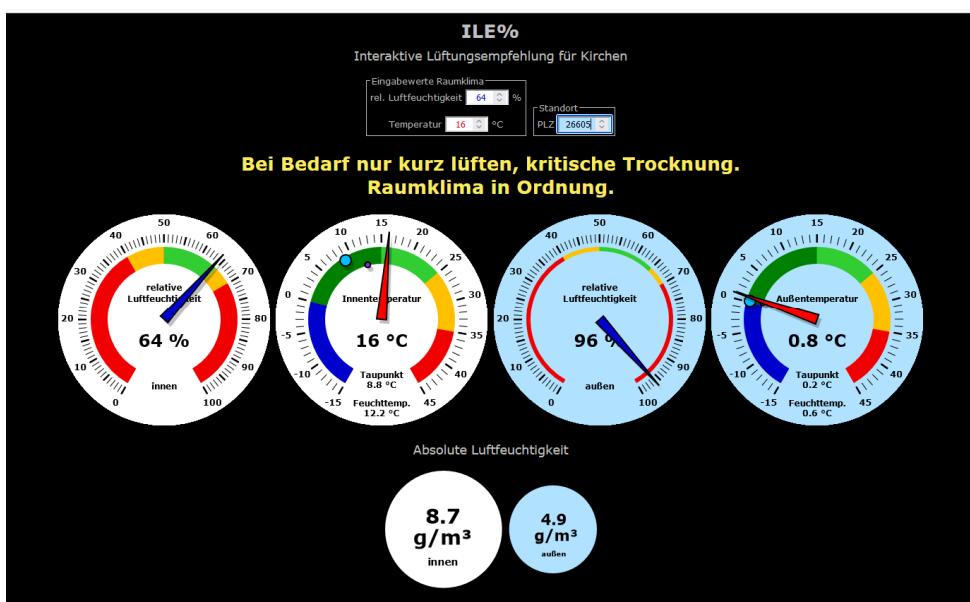
Der Wert für außen ist niedriger als der Wert für innen, also kann gelüftet werden.

Die Tabelle ist bei der relativen Luftfeuchtigkeit in 5 %-Schritten abgestuft. Wenn Sie einen Zwischenwert haben, z.B. 10 °C und 78 %, schätzen Sie einen Zwischenwert, hier etwa 7,3 g/m³.

9. Nutzen Sie eine App für die Lüftungsentscheidung

Wenn Sie ein Smartphone und Handyempfang in der Kirche haben, gibt es einen einfachen Weg zur Lüftungsentscheidung: Nutzen Sie die App „Interaktive Lüftungsempfehlung für Kirchen“, kurz „ILE%“, von Klaudius Krusch. Herr Krusch ist Architekt und leitet die Abteilung „Kirchengemeindliche Immobilien“ im Bistum Essen der katholischen Kirche. Auf seiner Homepage bietet er die ILE%-App zur Online-Nutzung an. Für Android-Handys kann die App auch von dort heruntergeladen und lokal auf dem Handy installiert werden.

Noch ein Vorteil: Man braucht nur die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit von innen. Die Außenwerte bezieht die App nach Eingabe der Postleitzahl automatisch von den umliegenden DWD-Wetterstationen.



Die App gibt dann eine Lüftungsempfehlung in Textform aus. Sie finden die App unter http://www.klaudiuskrusch.de/klima/Lueftungsempfehlung_Kirchen.html.

10. Noch ein Wort zur Orgel

Kirchenorgeln sind besonders durch Schimmelbildung bedroht. Viele Materialien in einer Orgel (Holz, Leder, Leim) sind gute Nährböden für Schimmel.

Wenn die Kirche aufgeheizt wird, dauert es längere Zeit, bis die Orgel auch die Umgebungstemperatur annimmt. Wenn dann warme Luft auf kalte Oberflächen in der Orgel trifft, kann sich Feuchtigkeit absetzen. Staub und die überall gegenwärtigen Schimmelpilze „kleben“ daran fest und können ihr schädliches Werk beginnen.

Dieses Problem hat sich tatsächlich erst in den letzten Jahrzehnten entwickelt. In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts wurden viele Kirchen mit Heizungen ausgestattet und energetisch saniert. Vorher waren die Kirchen meist so undicht, dass es einen permanenten natürlichen Luftaustausch gab. Durch die Abdichtung kommt es nun zum Problem des Feuchtigkeitsstaus.

Auch die immer seltener Nutzung von Kirchen führt zu weniger Luftaustausch.

Durch den Klimawandel gibt es mehr feuchte und warme Wetterperioden, auch im Frühling und Herbst. Häufigere Starkregenereignisse führen zu anhaltend hoher Luftfeuchtigkeit im Innenraum.

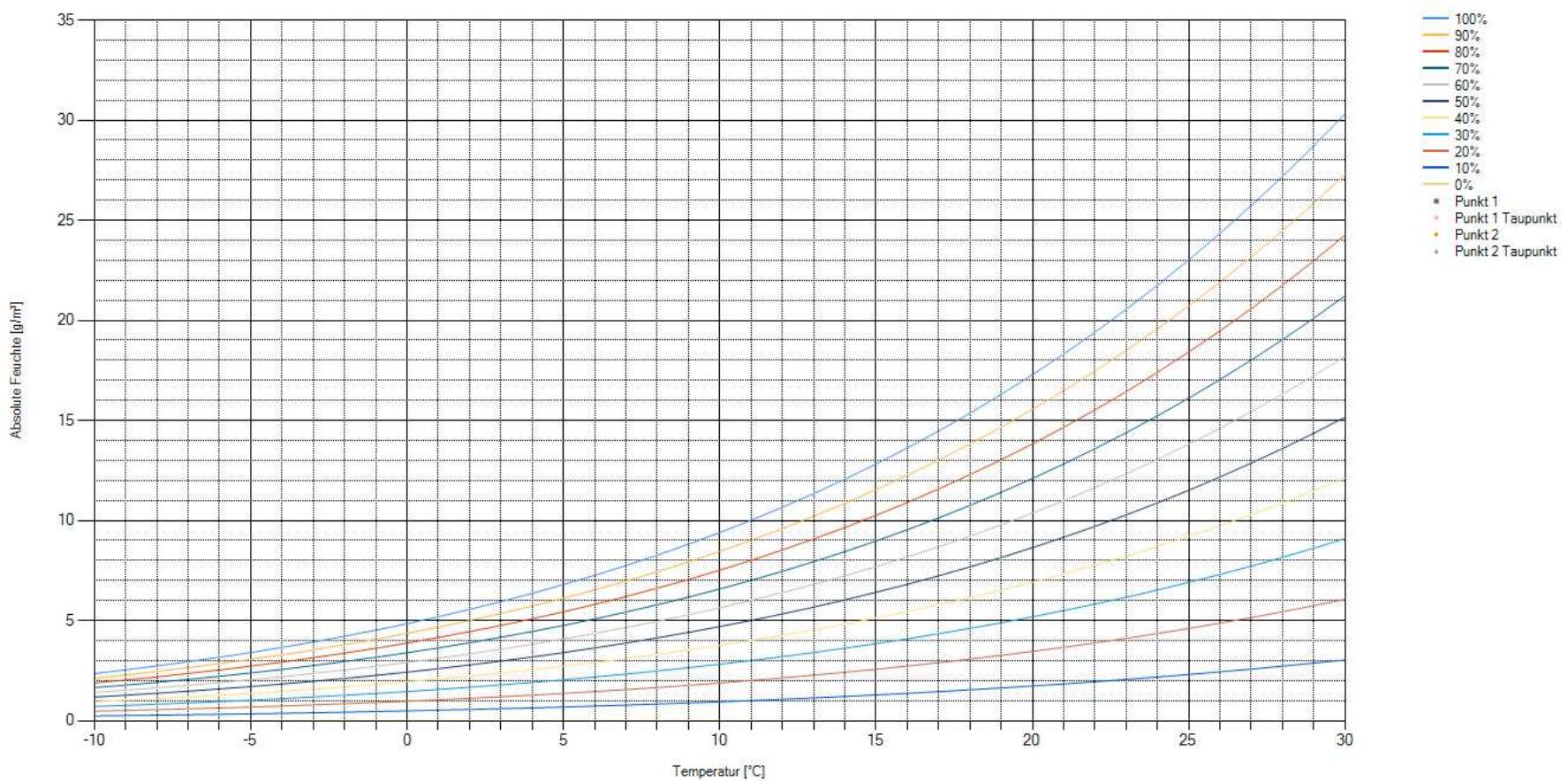
Ein geschlossenes Orgelgehäuse verlangsamt die Erwärmung der Orgel beim Aufheizen und reduziert den Luftaustausch zwischen Orgelinnerem und Kirchenraum. Viele Orgelbauer empfehlen inzwischen, das Orgelgehäuse offen zu lassen, um den Luftaustausch zu verbessern. Sprechen Sie mit Ihrem Orgelbauer, welche Möglichkeiten es in Ihrer Kirche gibt.

11. Tabelle zur Bestimmung der absoluten Luftfeuchtigkeit

	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
-5	1,02	1,19	1,36	1,53	1,70	1,87	2,04	2,21	2,38	2,55	2,72	2,89	3,06	3,23	3,40
-4	1,10	1,28	1,46	1,65	1,83	2,01	2,19	2,38	2,56	2,74	2,93	3,11	3,29	3,47	3,66
-3	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	2,16	2,36	2,55	2,75	2,95	3,14	3,34	3,53	3,73	3,93
-2	1,26	1,48	1,69	1,90	2,11	2,32	2,53	2,74	2,95	3,16	3,37	3,58	3,79	4,00	4,21
-1	1,36	1,58	1,81	2,03	2,26	2,49	2,71	2,94	3,16	3,39	3,62	3,84	4,07	4,29	4,52
0	1,45	1,70	1,94	2,18	2,42	2,66	2,91	3,15	3,39	3,63	3,88	4,12	4,36	4,60	4,85
1	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	2,85	3,11	3,37	3,63	3,89	4,15	4,41	4,67	4,93	5,19
2	1,67	1,94	2,22	2,50	2,78	3,06	3,33	3,61	3,89	4,17	4,45	4,72	5,00	5,28	5,56
3	1,78	2,08	2,38	2,68	2,97	3,27	3,57	3,86	4,16	4,46	4,76	5,05	5,35	5,65	5,95
4	1,91	2,23	2,54	2,86	3,18	3,50	3,81	4,13	4,45	4,77	5,09	5,40	5,72	6,04	6,36
5	2,04	2,38	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	2,18	2,54	2,90	3,27	3,63	3,99	4,35	4,72	5,08	5,44	5,81	6,17	6,53	6,90	7,26
7	2,32	2,71	3,10	3,49	3,87	4,26	4,65	5,04	5,42	5,81	6,20	6,59	6,97	7,36	7,75
8	2,48	2,89	3,31	3,72	4,16	4,55	4,96	5,37	5,79	6,20	6,61	7,03	7,44	7,85	8,27
9	2,64	3,09	3,53	3,97	4,41	4,85	5,29	5,73	6,17	6,61	7,05	7,49	7,93	8,38	8,82
10	2,82	3,29	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	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,51	6,01	6,51	7,01	7,51	8,01	8,51	9,01	9,51	10,01
12	3,20	3,73	4,26	4,80	5,33	5,86	6,39	6,93	7,46	7,99	8,53	9,06	9,59	10,12	10,66
13	3,40	3,97	4,54	5,10	5,67	6,24	6,80	7,37	7,94	8,51	9,07	9,64	10,21	10,77	11,34
14	3,62	4,22	4,82	5,43	6,03	6,63	7,24	7,84	8,44	9,05	9,65	10,25	10,86	11,46	12,06
15	3,85	4,49	5,13	5,77	6,41	7,05	7,69	8,34	8,98	9,62	10,26	10,90	11,54	12,18	12,82
16	4,09	4,77	5,45	6,13	6,81	7,49	8,18	8,86	9,54	10,22	10,90	11,58	12,26	12,94	13,63
17	4,34	5,06	5,79	6,51	7,24	7,96	8,68	9,41	10,13	10,85	11,58	12,30	13,02	13,75	14,47
18	4,61	5,38	6,14	6,91	7,68	8,45	9,22	9,98	10,75	11,52	12,29	13,06	13,82	14,59	15,36
19	4,89	5,70	6,52	7,33	8,15	8,96	9,78	10,59	11,41	12,22	13,04	13,85	14,67	15,48	16,30
20	5,18	6,05	6,91	7,78	8,64	9,51	10,37	11,23	12,10	12,96	13,83	14,69	15,55	16,42	17,28
21	5,50	6,41	7,33	8,24	9,16	10,08	10,99	11,91	12,82	13,74	14,66	15,57	16,49	17,40	18,32
22	5,82	6,79	7,76	8,73	9,70	10,67	11,65	12,62	13,59	14,56	15,53	16,50	17,47	18,44	19,41
23	6,17	7,19	8,22	9,25	10,28	11,30	12,33	13,36	14,39	15,42	16,44	17,47	18,50	19,53	20,55
24	6,53	7,62	8,70	9,79	10,88	11,97	13,05	14,14	15,23	16,32	17,41	18,49	19,58	20,67	21,76
25	6,91	8,06	9,21	10,36	11,51	12,66	13,81	14,96	16,11	17,27	18,42	19,57	20,72	21,87	23,02
26	7,30	8,52	9,74	10,96	12,17	13,39	14,61	15,82	17,04	18,26	19,48	20,69	21,91	23,13	24,35
27	7,72	9,01	10,29	11,58	12,87	14,16	15,44	16,73	18,02	19,30	20,59	21,88	23,16	24,45	25,74
28	8,16	9,52	10,88	12,24	13,60	14,96	16,62	17,68	19,04	20,40	21,76	23,12	24,48	25,84	27,20
29	8,62	10,05	11,49	12,93	14,36	15,80	17,23	18,67	20,11	21,54	22,98	24,42	25,85	27,29	28,72
30	9,10	10,61	12,13	13,65	15,16	16,68	18,20	19,71	21,23	22,74	24,26	25,78	27,29	28,81	30,33

Links die Temperatur in °C, oben die relative Luftfeuchtigkeit in %. In den Zellen steht dann die absolute Luftfeuchtigkeit in g/m³.

12. Diagramm zur Bestimmung der absoluten Luftfeuchtigkeit



13. Lüftungsregeln für feuchte Kirchen in aller Kürze

- Wenn Sie keine Temperatur- und Feuchtemessgeräte haben, beschaffen Sie zwei. Stellen Sie eins ins Kirchenschiff, z.B. in die Kanzel, und eins ins Orgelgehäuse. Notieren Sie regelmäßig die Werte.
- Versuchen Sie, die relative Luftfeuchtigkeit im Bereich **um 60 %** zu halten.
- **Goldene Regel**
Lüften Sie, wenn die absolute Luftfeuchtigkeit außen niedriger ist als die absolute Luftfeuchtigkeit innen.
- **Draußen-kälter-Regel**
Lüften Sie, wenn es draußen kälter ist als innen.
- **Nicht-bei-Frost-Regel**
Lüften Sie nicht bei Frost (außer bei über 70 % relativer Luftfeuchtigkeit in der Kirche).
- **Nicht-an-warmen-Tagen-Regel**
Lüften Sie nicht, wenn es draußen wärmer ist als innen.
Halten Sie dann Fenster und Türen geschlossen, auch zum Eingang und Ausgang.
- **Im-Sommer-nachts-lüften-Regel**
Lüften Sie im Sommer in der Nacht.
- **Nach-Veranstaltungen-Regel**
Lüften Sie nach Veranstaltungen kurz und kräftig.
- **Lüften Sie regelmäßig, auch im Winter.**
- **Wenn Sie lüften, dann kurz und kräftig querlüften.**
- **Lassen Sie Fenster nicht dauerhaft geöffnet.**

Wenn die Luftfeuchtigkeit in Ihrer Kirche längere Zeit oder dauerhaft über 70 bis 75 % liegt, müssen Sie mit Feuchteschäden rechnen. Kontaktieren Sie die zuständige Bauabteilung.