



3 5/10
**Feuchtigkeit & Schimmel
in Orgeln**

**ORGELBAU
BENEDIKT MARIA
SCHREIER**

NEUBAU
INTONATION
RESTAURIERUNG
STIMMUNG
BERATUNG
PFLEGE

Gemeindewald 43
86672 Thierhaupten
08271 805970
0174 9466434
mail@orgelbau-schreier.de
www.orgelbau-schreier.de



1 URSACHEN UND PROBLEME EINES ZU FEUCHTEN KIRCHENKLIMAS

1.1 DAS KLIMA IM KIRCHENRAUM

Um eine Aussage über das Klima zu treffen benötigt man zwei Messungen. Zum einen die relative Feuchtigkeit, welche die meisten Hygrometer anzeigen, zum anderen die Temperatur. Aus diesen beiden Werten ergibt sich ein Wasserdampfgehalt der Luft bei einer bestimmten Temperatur. Im Vergleich mit dem Außenklima lässt sich nun feststellen, wie sich die beiden Luftmassen zueinander verhalten. Warme Luft kann mehr Wasser aufnehmen als kalte und das ist der Ansatzpunkt beim Wertevergleich.

Trifft eine vermeintlich trockenere warme Außenluft auf eine feuchtere kalte Innenluft kann es trotzdem zu einer höheren relativen Luftfeuchte kommen, da die wärmeren Temperaturen auch mehr Wasserdampf enthalten können.

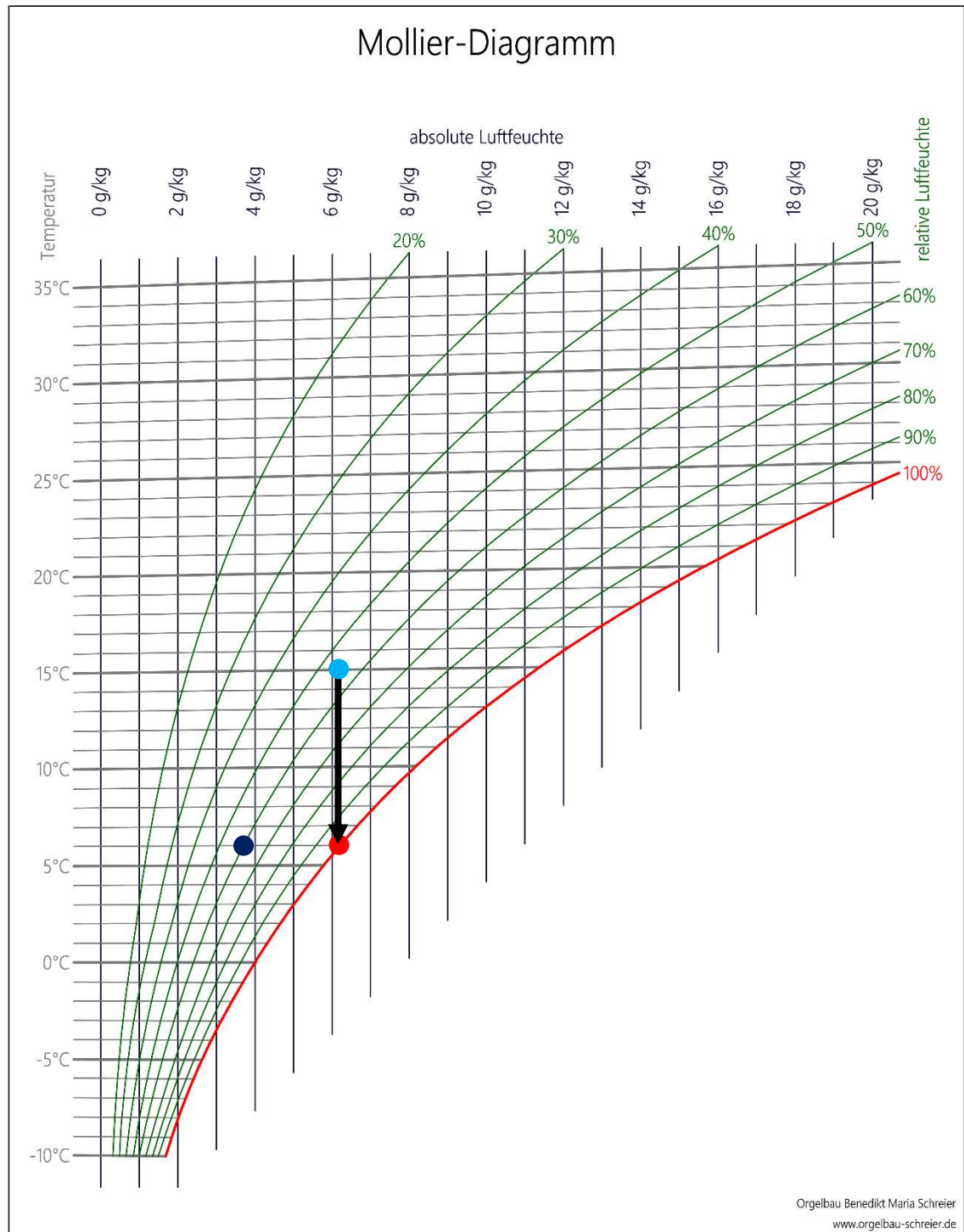
Als Hilfsmittel dient dazu das Mollier-Diagramm, mit dem die beiden Klimawerte verglichen werden können. Bei einem Luftaustausch durch das Lüften stellt sich eine neue Feuchte und Temperatur im Kirchenraum ein. Die Lufttemperatur reagiert dabei recht schnell, wohingegen die Oberflächen der Kirchen-, Altar- und Orgelgehäusewände länger benötigen, um auf den Temperatenausgleich zu reagieren. Mit Hilfe des Diagramms kann man mit den gemessenen Werten Temperatur und rel. Luftfeuchte die in der Luft enthaltene Wasserdampfmenge feststellen und vergleichen.

Ist das Außenklima feuchter als das Innenklima, so müssen die Fenster geschlossen bleiben und evtl. weitere Maßnahmen wie Heizen ergriffen werden.

Enthält die Außenluft weniger absolute Feuchtigkeit, so ist eine Lüftung sinnvoll.

In den nachfolgenden Beispielen wird davon ausgegangen, dass die Luft beim Lüften einmal komplett austauscht. In der Praxis vermischen sich natürlich die Luftmassen und ändern Temperatur und Wasserdampfgehalt.

Dennoch bietet das Arbeiten mit dem Mollier-Diagramm einen guten Anhaltspunkt für die Klimaveränderungen.



Beispiel (s.1.3.1):

Innen: 6°C bei 60% rel. LF ●

Außen: 15°C bei 55% rel. LF ●

15°C bei 55% rel. LF enthält 6,2 g/kg Wasserdampf.

Die Luft kühlt an den Oberflächen auf 6°C ab.

Bei gleichbleibendem Wasserdampfgehalt entsteht dort also eine Feuchte von 100%. Es bilden sich Tröpfchen an den kalten Oberflächen, da der Taupunkt überschritten ist.





1.2 RICHTIG LÜFTEN & HEIZEN

Ausgehend von dem nun bekannten Parameter der Luft können nun bestimmte „Regeln“ für eine korrektes Lüftungs- und Heizverhalten für unterschiedliche Situationen aufgestellt werden. Im Allgemeinen soll das Kirchenklima bei einer rel. Luftfeuchte zwischen 50-60% liegen. Bei einer längeren Überschreitung besteht Schimmel- und Anobiengefahr. Wird der Bereich unterschritten, besteht durch das Schwinden des Holzes das Risiko von Undichtigkeiten und Rissen in der Orgel.

1.2.1 LÜFTEN

- Für den optimalen Luftaustausch bei einer Lüftung sollte immer eine Querlüftung stattfinden. Es werden also gegenüber- oder diagonalliegende Fenster weit geöffnet und für 1-2 h offengelassen.
- Mittels Thermo- und Hygrometer lassen sich Klima und rel. Feuchte messen und wie oben beschrieben, kann so festgestellt werden, ob gelüftet werden muss oder die Fenster besser geschlossen bleiben.
- Untersuchungen haben ergeben, dass es besser ist, ständig ein Fenster offen zu halten, als ständig geschlossen. Auf Dauer ist aber eine gezielte Anpassung des Lüftungsverhalten notwendig und effektiver.
- Menschen bringen durch Atmen, Schwitzen und nasser Kleidung sehr viel Feuchtigkeit in den Kirchenraum. Daher ist es wichtig, nach der Veranstaltung die Fenster zu öffnen und die Feuchte aus dem Raum zu treiben.

1.2.2 HEIZEN

- Wird nur vor einem Gottesdienst oder einem Konzert geheizt, sollte das Heiztempo nicht mehr als 0,5°C pro Stunde betragen, da die verwendeten Materialien in der Kirche und in der Orgel eine bestimmte Zeit brauchen, um sich der Raumtemperatur anzupassen. Ebenso wird die Stimmung der Orgel durch ein langsames Aufheizen klanglich weniger beeinträchtigt.
- Für das Instrument ideal ist eine konstante Wintertemperatur von 8-12°C im Kirchenraum. Das konstante Heizen sorgt aber ebenso für eine trockenere Luft, daher muss beim Heizen auch darauf geachtet werden, dass die rel. Luftfeuchte nicht unter 45% fällt, da sonst ein Risiko für Trocknungsrissen im Holz und für Funktionsstörungen entsteht.

In der Praxis ist das konstante Heizen rein aus finanzieller Sicht natürlich schwierig. Dann müssen andere Maßnahmen für ein geeignetes Klima sorgen.

Befeuchten lassen sich die Kirchenräume zum Beispiel mit dem Aufhängen von nassen Tüchern, Gießen der Blumen oder feuchtes Wischen des Kirchenbodens.



1.3 DAS KLIMA ÜBERS JAHR

1.3.1 FRÜHLING

Die Frühlingszeit und die ersten warmen und sonnigen Tage sind eine der größten Risiken für eine zu feuchte Luft. Wie bereits unter Punkt 1.1 beschrieben enthält warme Luft mehr Wasserdampf als kalte. Im Kirchenraum herrscht noch eine angenehme Temperatur von 6°C bei einer rel. Feuchte von 60%. Draußen ist es mit 15°C und eine Feuchte von 55% schon recht mild. Werden nun die Fenster geöffnet, strömt die wärmere Luft in den Kirchenraum und trifft dort auf die kalten und langsam reagierenden Wände der Kirche und auf die Oberflächen der Orgel. Aus dem Mollier-Diagramm ergibt sich nun vereinfacht eine neue Feuchte von 100%. Wir kennen das Phänomen, wenn wir uns im Sommer ein kaltes Getränk in ein Glas füllen und sich sofort Kondensationströpfchen bilden.

Beispiel:

Innen: 6°C bei 60% rel. LF

Außen: 15°C bei 55% rel. LF

15°C bei 55% rel. LF enthält 6,2 g/kg Wasserdampf.

Die Luft kühlt an den Oberflächen auf 6°C ab.

Bei gleichbleibendem Wasserdampf entsteht dort eine Feuchte von 100%.



Die Fenster müssen bei diesen Bedingungen geschlossen bleiben und es empfiehlt sich auch auf eine konstante Temperatur zu heizen, um eine noch höhere Feuchte durch das Öffnen der Türen und durch Kirchenbesucher zu verhindern.

1.3.2 SOMMER

In den schwülen und heißen Sommermonaten sollte in den sehr frühen Morgen- oder sehr späten Abendstunden gelüftet werden, da dann die Luft noch kühler ist und somit weniger Wasser enthält. Wieder sollten die Außen- und Innenwerte verglichen werden und im Diagramm ausgewertet werden.

Beispiel:

Innen: 19°C bei 63% rel. LF

Außen: 12°C bei 86% rel. LF

12°C bei 86% rel. LF enthält 8 g/kg Wasserdampf.

Bei gleichbleibendem Wasserdampf entsteht bei 19°C eine Feuchte von 55%.



1.3.3 HERBST

Der Herbst mit seinen Regentagen bringt wieder die Gefahr von Feuchtigkeit mit. Es gilt also wieder besondere Vorsicht. Da meist der Kirchenraum noch von den Sommertemperaturen aufgeheizt ist, besteht beim Abkühlen die Gefahr einer zu hohen Luftfeuchte. Ausgehend von einem Kirchenklima mit 15°C und 60% rel. LF sinkt die



Temperatur im Laufe des Herbstes auf 10°C. Dabei bleibt die in der Luft enthaltenen Wassermenge gleich. So entsteht eine neue Luftfeuchte von 82%. Es ist also zwingend notwendig, dass die Feuchtigkeit bei einer kälter werdenden Temperatur an trockenen Tagen durch Lüften aus der Kirche befördert wird bzw. geheizt wird.

Beispiel:

Innen: 15°C bei 60% rel. LF

Außen: 7°C bei 80% rel. LF

7°C bei 80% rel. LF enthält 5,3 g/kg Wasserdampf.

Bei gleichbleibendem Wasserdampf entsteht bei 15°C eine Feuchte von 55%.



1.3.4 WINTER

In den Wintermonaten sollte nach dem Gottesdienst unbedingt gelüftet werden, auch wenn die Kirche beheizt wird. Durch nasse Kleidung, Atem und Schweiß der Menschen wird sehr viel Feuchtigkeit in die Luft abgegeben, welche mit dem anschließenden Abkühlen des Kirchenraums nach der Messe wieder ohne Lüften wieder zu einer problematischen Luftfeuchte führt.

Beispiel:

Ausgangsklima Innenraum: 4°C bei 58% rel. LF.

Durch Heizen vor dem Gottesdienst: 11°C bei 45% rel. LF

Nach dem Gottesdienst gemessener Wert: 11°C bei 55% rel. LF

Sinkt nun die Temperatur ohne Lüften wieder auf 4°C ab so steigt die Luftfeuchtigkeit auf 90%.



Mit Lüften:

Außen: -6°C bei 65%

Nach dem Gottesdienst gemessener Wert: 11°C bei 55% rel. LF

-6°C bei 65% rel. LF enthält 1,4 g/kg Wasserdampf.

Bei gleichbleibendem Wasserdampf entsteht bei 11°C eine Feuchte von 30%, bringt also sehr trockene Luft in den Kirchenraum und trägt somit sehr effektiv zur Senkung der Luftfeuchtigkeit bei.

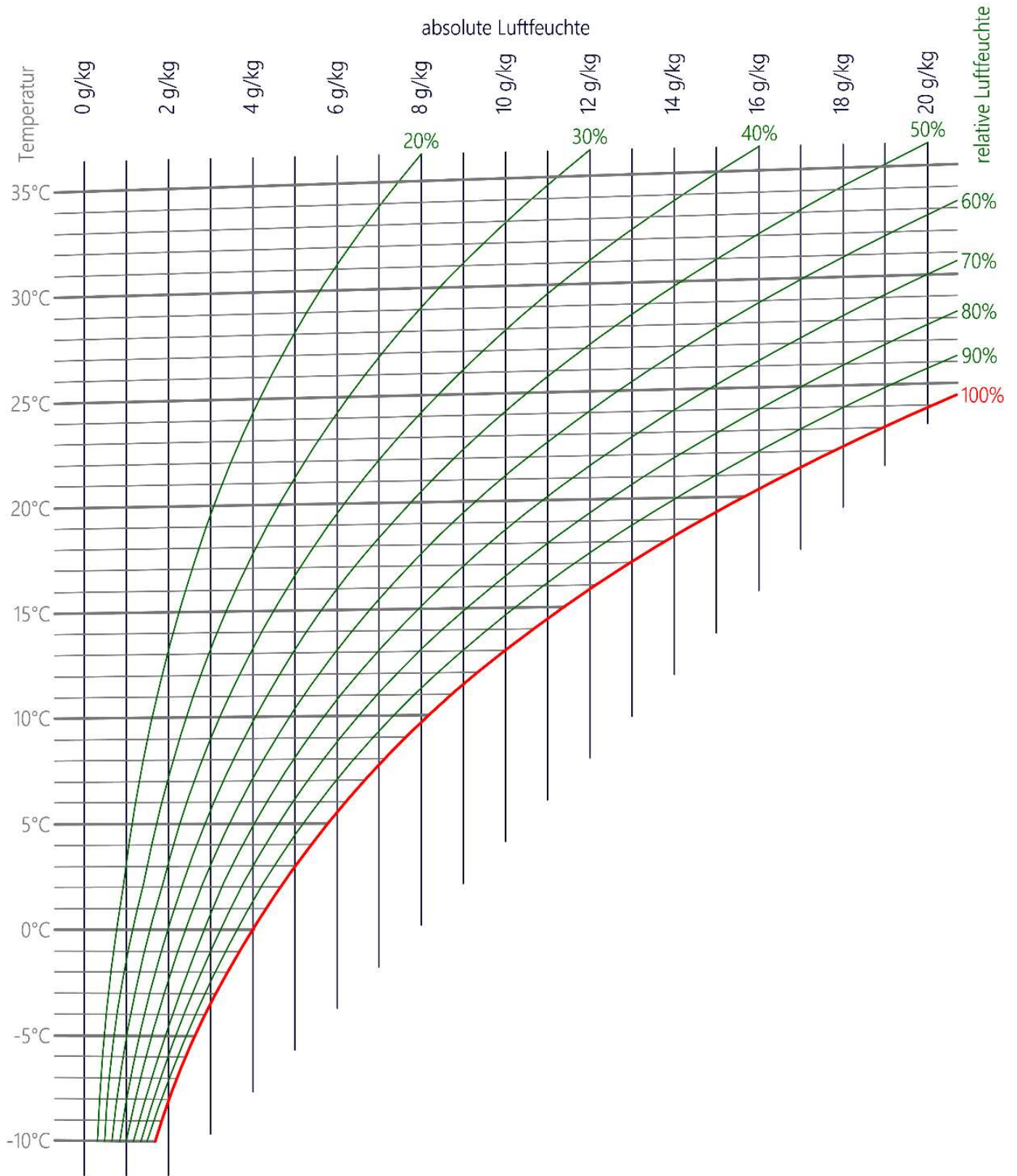


1.3.5 FAZIT

Das regelmäßige und richtige Lüften ist eine wichtige und effektive Möglichkeit, um das Kirchenklima zu kontrollieren und zu steuern. Dazu bieten Hilfsmittel wie Lüftungsampeln zusätzlich Hilfestellungen zum Lüftungszeitpunkt.

Gerade nach Gottesdiensten sollte immer eine Querlüftung durchgeführt werden, um die von den Besuchern hineingebrachte Feuchtigkeit aus dem Kirchenraum zu befördern.

Mollier-Diagramm



Orgelbau Benedikt Maria Schreier
 www.orgelbau-schreier.de

1.4 SCHIMMELBEFALL



1.4.1 PROBLEM

Im Zusammenhang mit langanhaltender rel. Luftfeuchte von über 60% und mit der Bildung von Kondensationströpfchen an den Oberflächen der Orgel kann sich ein Schimmelbefall an fast allen Teilen des Instruments bilden und so die Funktionalität von Orgelteilen und Intonation von Pfeifen beeinträchtigen und zu ein Gesundheitsrisiko für Organisten, Kirchenbesuchern und Orgelbauern führen.

Neben der für den Schimmelbefall nötigen hohen Luftfeuchtigkeit benötigen die Sporen für ihr Wachstum einen Nährboden. In der Orgel sind dies meist Staub und Schmutz, welcher sich im Laufe der Zeit im gesamten Instrument niederlegt. So sind z. B. Stirnseiten und Spunde von Holzpfeifen recht häufig betroffen.

Ebenso besteht ein Zusammenhang mit bestimmten Oberflächenbehandlungen, Klebstoffen und Materialien. Durch das Verschließen der Holzporen durch z. B. Nitrocellulose-Lacke kann kein Feuchtigkeitsaustausch mehr zwischen Umgebungsluft und Holz stattfinden, sodass Kondensationströpfchen vom Material nicht aufgenommen werden kann und sich so vermehrt Schimmel bildet. Unsere Beobachtungen an süddeutschen Orgeln hat auch gezeigt, dass Pfeifen, welche mit bestimmten Holzschutzmitteln eingelassen wurden häufiger befallen sind, als z. B. neu eingebaute Teile. Insbesondere bei seit Jahrzehnten nicht mehr zugelassenen Mitteln mit dem



Wirkstoff Pentachlorphenol und Lindan (Xylamon). Ebenso sind sowohl Knochen- und Hautleime als auch Materialien wie z. B. Ledermuttern häufig betroffen. Das lässt darauf schließen, dass organische Rohstoffe einen guten Nährstoff für die Schimmelsporen bieten.

Problematisch ist ein Befall des Schimmels im Windsystem. Das Gebläse verteilt dann die Sporen in die Bälge, Windladen und Pfeifenmündungen, wo sie sich meist unbemerkt ausbreiten können.

Gerade nach Renovierungsarbeiten im Kircheninnenraum entsteht durch Malerarbeiten etc. Baufeuchte, welche sich ohne Maßnahmen über mehrere Monate im Kirchenraum halten kann. Deshalb muss nach Innensanierungen das Klima und die Feuchte unbedingt kontrolliert werden. Dazu muss bei genannten Arbeiten meist auch die Orgel geschützt und eingehaust werden, um Schäden durch vermehrte Staubbelastung zu vermeiden. Durch professionelle Einhausungen mit diffusionsoffener Folie oder Vlies findet auch unter der Schutzhaube ein Austausch mit der Umgebungsluft statt. Nichtsdestotrotz sollte auch die mit Folie überzogene Orgel in regelmäßigen Abständen auf Schimmelbefall kontrolliert werden.

Auch verschlossene Orgelgehäuse können durch die fehlende Luftzirkulation zu einer stehenden Feuchte führen und somit zum Schimmelwachstum beitragen. Deshalb wird immer wieder geraten, Gehäusefüllungen mit Schlitzen oder Gittern zu versehen, um eine Zirkulation zu gewährleisten.

1.4.2 MÖGLICHKEITEN ZUR VERBESSERUNG DER DURCHLÜFTUNG DER ORGEL

Da das Untergehäuse der meisten Instrumente mit Füllungen, Türen oder komplett geschlossen ist, besteht dort ein größeres Risiko eines Schimmelbefalls, da dort so gut wie keine Luftzirkulation stattfindet. Um für eine entsprechende Durchlüftung zu sorgen, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Grundsätzlich können die Füllungen und Türen der meisten Orgeln geöffnet und ausgebaut werden. So kann am schnellsten und effektivsten eine Verbesserung herbeigeführt werden. Auf Dauer sollten jedoch andere Maßnahmen umgesetzt werden, um das Instrument weiterhin vor Staub, Schmutz und unbefugtem Zutritt zu schützen.
- Eine Methode ist das Einfräsen von Lüftungsschlitzen oder das Austauschen der Füllungen mit passender Vergitterung. Diese können für den Staubschutz mit farblich passenden Tüchern hinterlegt werden. Dies bedeutet jedoch einen recht großen Eingriff in das Orgelgehäuse, wobei auch die Optik des Instruments verändert wird. Bei jedem Instrument sollte also eine individuelle Lösung gefunden werden, um einen Kompromiss zwischen optimaler Luftzirkulation und geringer optischer Veränderung zu finden.
- Bei historischen Orgeln sollte die Substanz auf jeden Fall gewahrt werden und so wenige Veränderungen wie nur möglich gemacht werden. Mit speziellen Halterungen können die Füllungen etwas von der Orgel abgesetzt werden, sodass



durch den entstandenen Schlitz die Luft durch die Orgel zirkulieren kann. Vor allem im Untergehäuse sollten nach Möglichkeit alle Füllungen abgerückt werden. So bleibt die Füllung unbeschädigt und die Luft kann doch zirkulieren.

1.4.3 LÖSUNGSANSÄTZE FÜR DIE SCHIMMELENTFERNUNG

Da sich das Phänomen Schimmelbefall erst seit ein paar Jahren entwickelt hat, gibt es noch keinen 100% Lösungsansatz, mit welchem Mittel der Befall am besten und für möglichst lange entfernt werden kann. Die Orgelbauer verwenden eine unterschiedliche Herangehensweise. Bekannt sind zurzeit folgende effiziente Bekämpfungsmittel:

- Isopropanol (Alkohol)
- Mittel auf Fruchtsäurebasis
- Chlorhaltige Mittel
- Wasserstoffperoxid

Für den Orgelbau kaum verwendbar sind die Mittel mit Chlor und Wasserstoffperoxid, da die chemischen Substanzen zwar die Schimmelsporen vernichtet, jedoch Oberflächen und Hölzer angreift, was zu unschönen Verfärbungen führt. Ebenso ist die Verarbeitung aufgrund des erhöhten Arbeitsschutzes recht beschwerlich.

Bewährt haben sich neben der Bekämpfung mit Alkohol auch Mittel auf Fruchtsäurebasis. Nach dem großzügigen Einsprühen einer Einwirkzeit von 15 Minuten kann der Schimmel abgenommen werden. Die Verarbeitungswiese ist dabei recht unbedenklich, da der Wirkstoff biologischer Natur ist.

Ebenso hemmen UV-Strahlen das Wachstum des Pilzes. So können z. B. bestimmte Bereiche in der Orgel beleuchtet werden. Eine effektive Ausleuchtung in den verwinkelten Instrumenten meist aber nicht möglich.

Grundsätzlich muss bei jedem Befall das Problem an der Wurzel gepackt werden und das ist das Klima im Kirchenraum. Bevor also Maßnahmen zur Entfernung des Schimmels in der Orgel getroffen werden, muss die Situation in der Kirche verbessert werden, da sich sonst nach einiger Zeit ein erneuerter Befall einstellt.

1.4.4 HILFSMITTEL ZUR ÜBERWACHUNG UND KONTROLLE DES KIRCHENKLIMAS

- Hygro- & Thermometer
- Lüftungsampeln
- Automatisiertes Lüftungssystem
- Luftentfeuchter

Die in unseren Augen beste und kostengünstigste Lösung ist das regelmäßige persönliche Dokumentieren und anschließende Reagieren auf das Kirchenklima. Mit Hilfe von mehreren Hygro- und Thermometern lässt sich die Klimasituation gut auslesen. In Verbindung mit dem Mollier-Diagramm können so Entscheidungen über Lüften oder Heizen getroffen werden.



Dazu gibt es auch Lüftungsampeln, welche auf dem Gerät oder auf dem Smartphone die Klimawerte anzeigen und selbstständig ausrechnen, ob gelüftet werden muss oder die Fenster besser geschlossen bleiben.

Mittlerweile gibt es auch automatisierte Lüftungssysteme, welche das Klima ständig überwachen und mittels kleiner Motoren bei bestimmten Grenzwerten die Fenster öffnen bzw. den Kirchenraum heizen und so für ein ausgeglichenes Klima sorgen. Jedoch sind diese Anschaffungen auch ziemlich kostspielig.

Stationäre Luftentfeuchter in der Orgel können wir aufgrund von auslaufendem Kondenswasser, erschwerter Zugänglichkeit und erhöhtem Stromverbrauch nicht empfehlen.

1.4.5 VORGEHEN BEI SCHIMMELSANIERUNGEN

- Bestandsaufnahme des Befalls
- Fototechnische Dokumentation
- Entnahme einer Schimmelprobe zur Analyse des Pilztyps
- Ausstattung mit geeigneten Arbeitsschutzmaßnahmen
- Ausheben des Pfeifenwerks
- Saugen mit einem Filterstaubsauger (Hepa Filter)
- Einlassen mit Schimmelbekämpfungsmittel (Schimmelentferner auf Fruchtsäurebasis)
- Abwischen der befallenen Teile
- Reinigung der gesamten Orgel
- Einleiten von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftzirkulation und zur Vorbeugung von Schimmelbefall
- Zusammenbau und Stimmung der Orgel
- Schlusssdokumentation
- Begleitende Beratung zur Klimasituation und -dokumentation

1.5 ANOBIENBEFALL



1.5.1 PROBLEM

Ein zu feuchtes Raumklima hat nicht nur Auswirkung auf das Wachstum des Schimmelpilzes, sondern beeinflusst weitaus mehrere Bereiche des Instruments. Bei einer Holzfeuchte zwischen 10-16% ist die Voraussetzung für einen Befall mit dem gemeinen Nagekäfer (anobium punctatum), allgemein bekannt als „Holzwurm“, geschaffen. Dieser legt seine Eier in Risse im Holz und die Larven des Käfers bohren sich mit den typischen Fraßgängen durch Holz, Leder, Pergament und sogar Pfeifenmaterial. Dabei können sie bis zu 8 Jahre im Holz verbleiben, ehe sie sich verpuppen und sich anschließend als Käfer auf Hochzeitsflug durch die sichtbaren Wurmlöcher begeben. Anfänglich mag ein aktiver Befall noch harmlos wirken, welcher sich aber mit der Zeit durchaus zur Problemzone entwickeln kann. Denn meistens kehren die Käfer zur Eiablage wieder zurück zu ihrem Ursprung.

Befallene Teile sorgen nicht nur für eine verminderte Funktionalität von z. B. defekten Membranen und Taschen bei pneumatischen Spielsystemen oder Intonationsschwächen bei durchlöcherten Holzpfeifen, sondern schädigen auch die



Statik und den sicheren Stand von z.B. Pfeifenfüßen und –rastern, im schlimmsten Fall von tragenden Teilen.

Allein an aus den Wurmlöchern rieselndem Bohrmehl kann man einen aktiven Befall nicht feststellen. Eine sichere Methode ist das Aufstellen von Klebfallen, welche mit einem Pheromon-Duftstoff die fertigen Käfer auf die Klebefläche locken. Somit kann erkannt werden, ob ein aktiver Befall vorliegt. Dies bedarf jedoch einer regelmäßigen Kontrolle.

Die Holzfeuchte kann wieder anhand der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit mit Hilfe eines Diagramms vereinfacht ausgelesen werden.

		Zu erwartende Holzgleichsfeuchte [%]												
		Relative Luftfeuchte [%]												
		40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
Temperatur [°C]	0	8	9	9	10	11	12	14	15	17	19	21	24	32
	5	8	9	9	10	11	12	13	15	17	19	21	24	32
	10	8	8	9	10	11	12	13	15	17	19	21	24	32
	15	8	8	9	10	11	12	13	15	16	18	21	24	31
	20	8	8	9	10	11	12	13	14	16	18	21	24	31
	25	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20	23	30
	30	7	8	9	10	10	11	12	14	15	18	20	23	30
	35	7	8	8	9	10	11	12	13	15	17	19	23	29
	40	7	8	8	9	10	11	12	13	15	17	19	22	29

Abbildung 1

1.5.2 LÖSUNGSANSÄTZE

Neben der Verbesserung der Raumfeuchte durch Lüften und Heizen (s.1.2. & 1.3.) können vorbeugende Maßnahmen zur Verminderung des Risikos eines Befalls eingeleitet werden. Diese werden oft bei Reinigungen und Restaurierungen durchgeführt. Dazu werden Holzteile mit Bekämpfungsmittel eingestrichen.

Bei bereits befallenen Orgeln muss der Grad des Befalls und auch der Käfertyp festgestellt werden. Dadurch können weitere Maßnahmen festgelegt werden. Dazu gibt es verschiedene Methoden, um den Holzwurm zu bekämpfen:

- Chemische Bekämpfungsmittel (meistens heute nicht mehr zugelassen)
- Behandlung mit Isopropanol
- Behandlung mit Borsalzen
- Komplette Begasung der Kirche/Orgel
- Bekämpfung mit Heißluft/Kälte
- Behandlung mit Schlupfwespen

Mit Alkohol können mittelgroße Orgelteile eingestrichen werden, um den Holzwurm loszuwerden. Jedoch müssen die Teile dazu ausgebaut werden, da nach dem Aufstreichen eine luftdichte Folie um den Befall gewickelt werden muss, damit der Alkohol nur langsam ausdunstet.

Eine relativ neue Methode ist das Aussetzen von Schlupfwespen, welche ihre Eier auf die Holzwurmmaden legen. Die Larven ernähren sich dann von den Maden und der Befall kommt nach einigen Jahren zum Stillstand.

Kleinere Orgelteile können mit Heißluft behandelt oder bei Minusgraden gelagert werden, um den Wurm zu zerstören.

Da die Wurmlöcher durch Undichtigkeiten auch zu Funktions- und Intonationsproblemen müssen die Löcher wieder verschlossen und abgedichtet werden. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten. Ausstreichen mit Holzkitt ist oftmals eine optisch unschöne Sache und ist zudem für Restaurierungen nicht geeignet. Mittlerweile lassen sich Wurmlöcher mit Epoxidharzen ausspritzen. Da die Verarbeitung recht aufwändig und die Aushärtung der Mittel ohne Schutzvorkehrungen gesundheitsgefährdend ist, verwenden wir zum Ausstreichen der Löcher eine Paste aus Bienenwachs und Leinöl, welche aushärtet und auch durch Hitzeeinwirkung wieder reversibel ist.

1.5.3 UNSER VORGEHEN BEI HOLZWURMBEFALL

- Regelmäßige Kontrolle des Befalls über mehrere Monate
- Aufstellen von Bohrmehlkarten und Pheromonfallen
- Fototechnische Dokumentation
- Ausarbeiten eines Konzepts
- Behandlung mit Holzwurmmittel mit entsprechenden Arbeitsschutzmaßnahmen
- Ökologischerer Behandlung mit Borsalzen oder Schlupfwespen
- Verschließen der Wurmlöcher mit Bienenwachs-Leinöl Paste bei winddichten Orgelteile
- Regelmäßige Kontrolle der befallenen Stellen nach der Maßnahme

1.6 BLEIKORROSION





1.6.1 PROBLEM

Des Weiteren kann eine langanhaltende Feuchtigkeit und Kühle in der Kirche die Ursache für beginnende Bleikorrosion und Zinnpest an Metallpfeifen und Bleipulpeten sein. Ebenso spielen dabei die Position des Gebläses und des Balges sowie die Temperatur des Orgelwindes eine wichtige Rolle. Im Zusammenhang mit Essigsäure aus gerbsäurehaltigen Hölzern wie Eiche, dem viel verwendeten PVAC-Leim im Windsystem oder mit Säure gegerbtem Leder wird eine in Zyklen auflaufende chemische Reaktion mit dem bleihaltigen Material ausgelöst und es entsteht zuerst oberflächlich ein weißer Überzug, der unbehandelt früher oder später das ganze Metall angreift. Bekannte, daraus resultierende Probleme sind oftmals Blasgeräusche aus dem Bereich der Windladen, die von mit Bleizucker überzogenen Bleipulpeten herrühren, welche an den ebenso korrodierten Messingdrähten festhängen und die Bohrungen nicht mehr sicher verschließen. Der durch die chemische Reaktion entstehende Bleizucker ist zudem auch gesundheitsschädlich. Korrodierte Pulpeten können durch Teile aus z. B. korrosionsbeständigem Edelstahl ersetzt werden.

Weitere von Bleikorrosion betroffene Teile sind die Zungenpfeifen, dessen Nüsse in der Regel aus hochprozentigem Blei bestehen. Am Übergang, an dem die Stimmkrücke durch eine Bohrung in der Nuss hindurchführt, finden sich ebenfalls häufig Korrosionserscheinungen, die das Stimmen dieser Pfeifen erschweren oder gar unmöglich machen.

1.6.2 LÖSUNGSANSÄTZE

Im Bereich des Windsystems können Einhausungen der Balganlage und des Gebläses auf dem Dachboden sinnvoll sein, um durch die Ansaugung der Umgebungsluft des Kircheninnenraums gleiche Klimabedingungen zu schaffen.

Bei befallenen Pfeifen und Orgelteilen müssen die betroffenen Stellen je nach Korrosionsgrad mechanisch und chemisch mit z.B. Zitronensäure behandelt werden.



Durch das Bad zersetzt sich der Bleizucker. Anschließend werden die Teile mit Wasser gereinigt und neutralisiert. Der letzte Schritt ist das Konservieren des Materials mit z.B. Leinöl. Durch den Überzug werden die korrodierten Teile vor Feuchteinwirkung und einem neuen Befall geschützt.

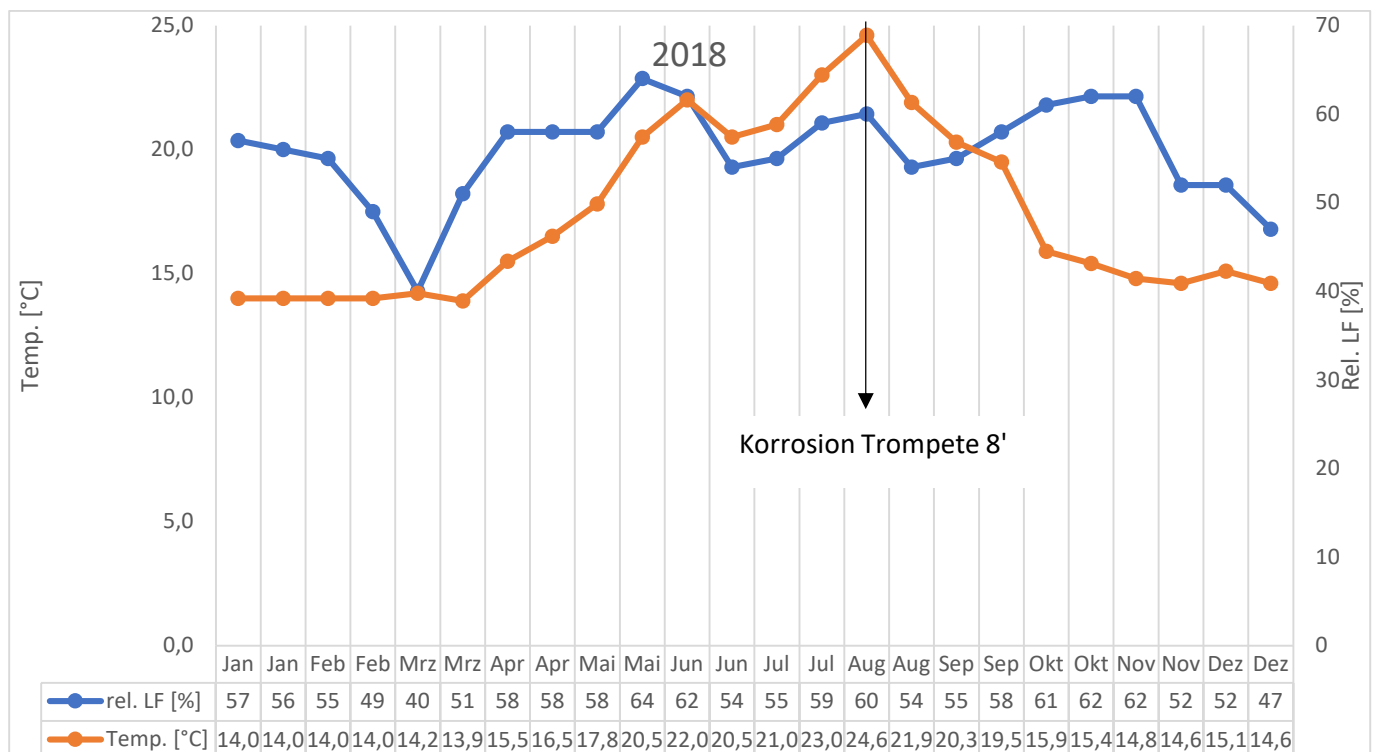
Kalkanstriche im Windsystem können die „saure“ Luft neutralisieren. Das bedeutet aber auch einen relativ hohen Aufwand.

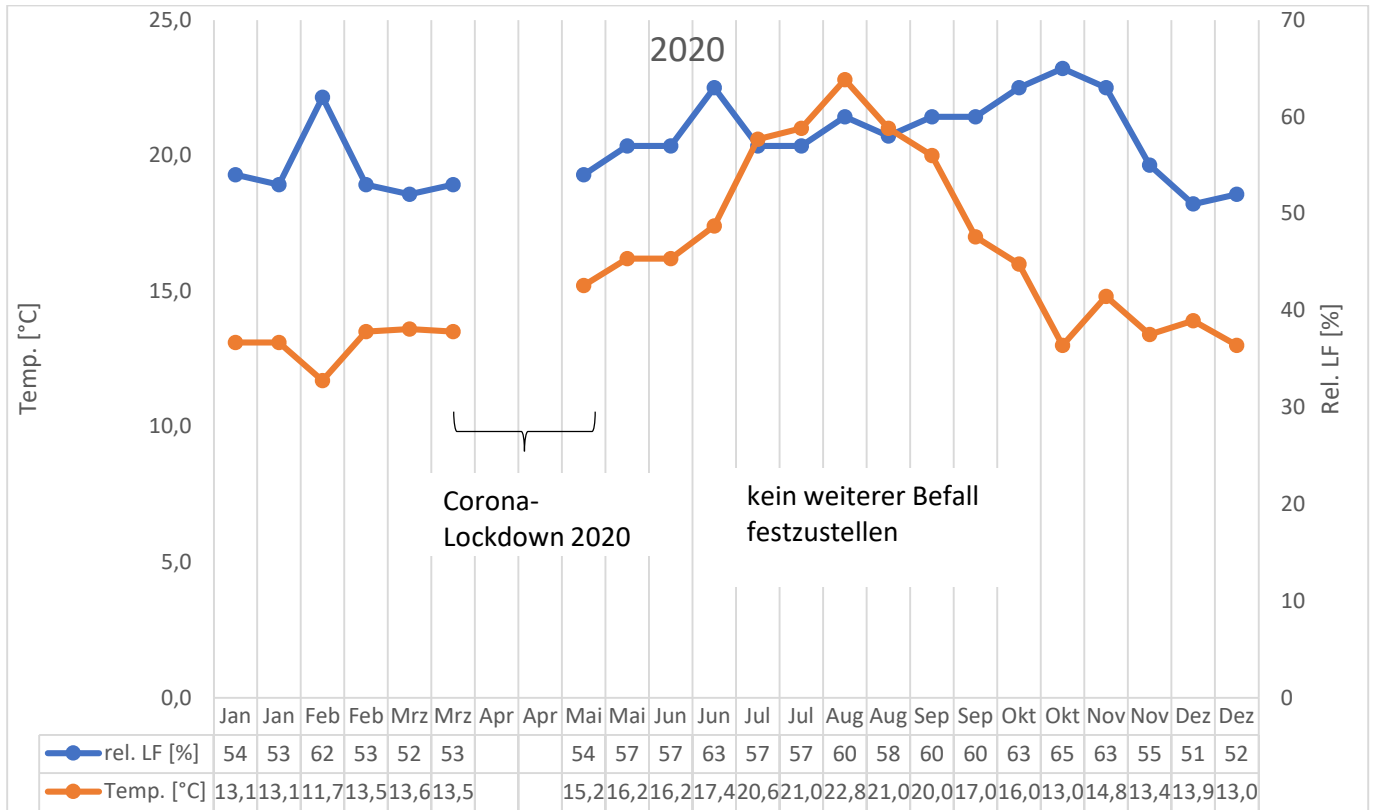
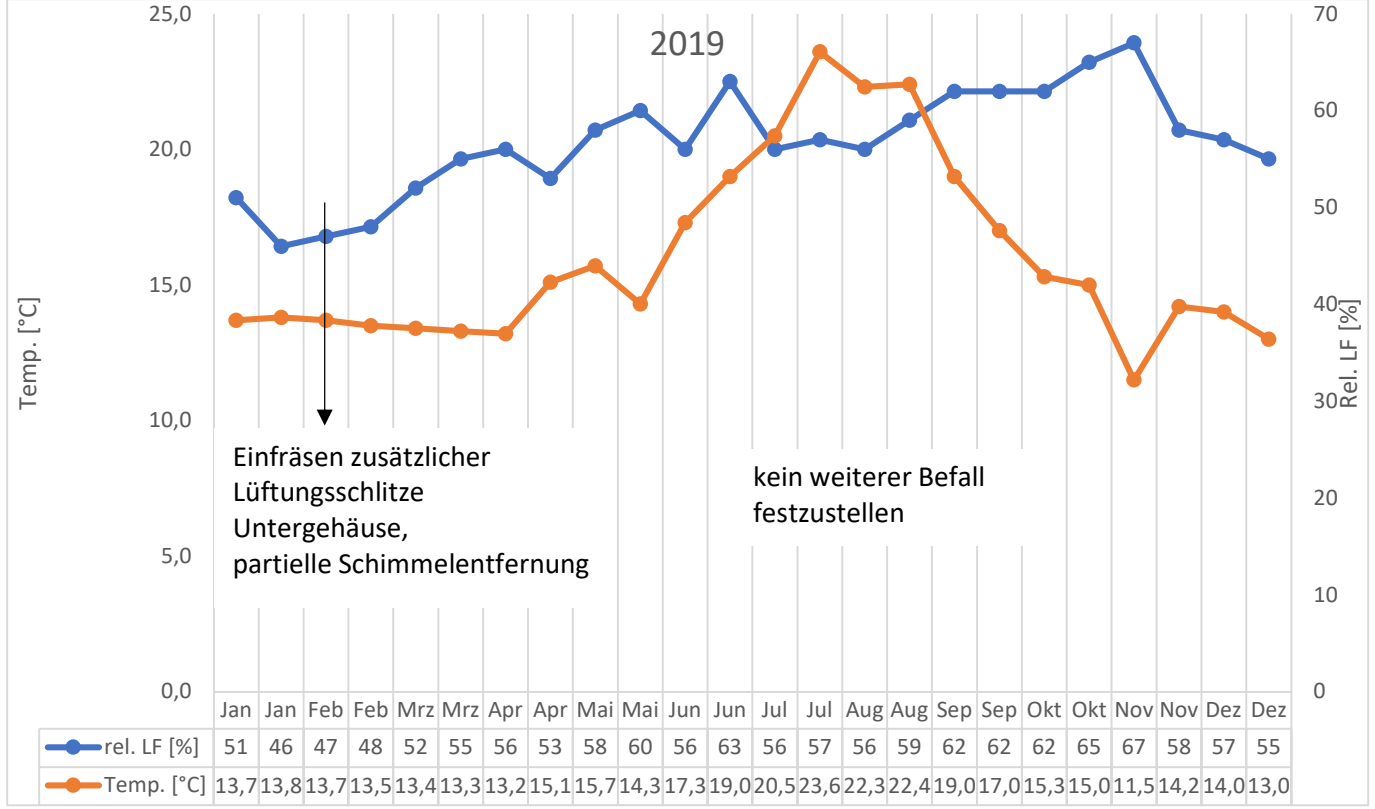
1.6.3 UNSER VORGEHEN BEI BLEIKORROSION

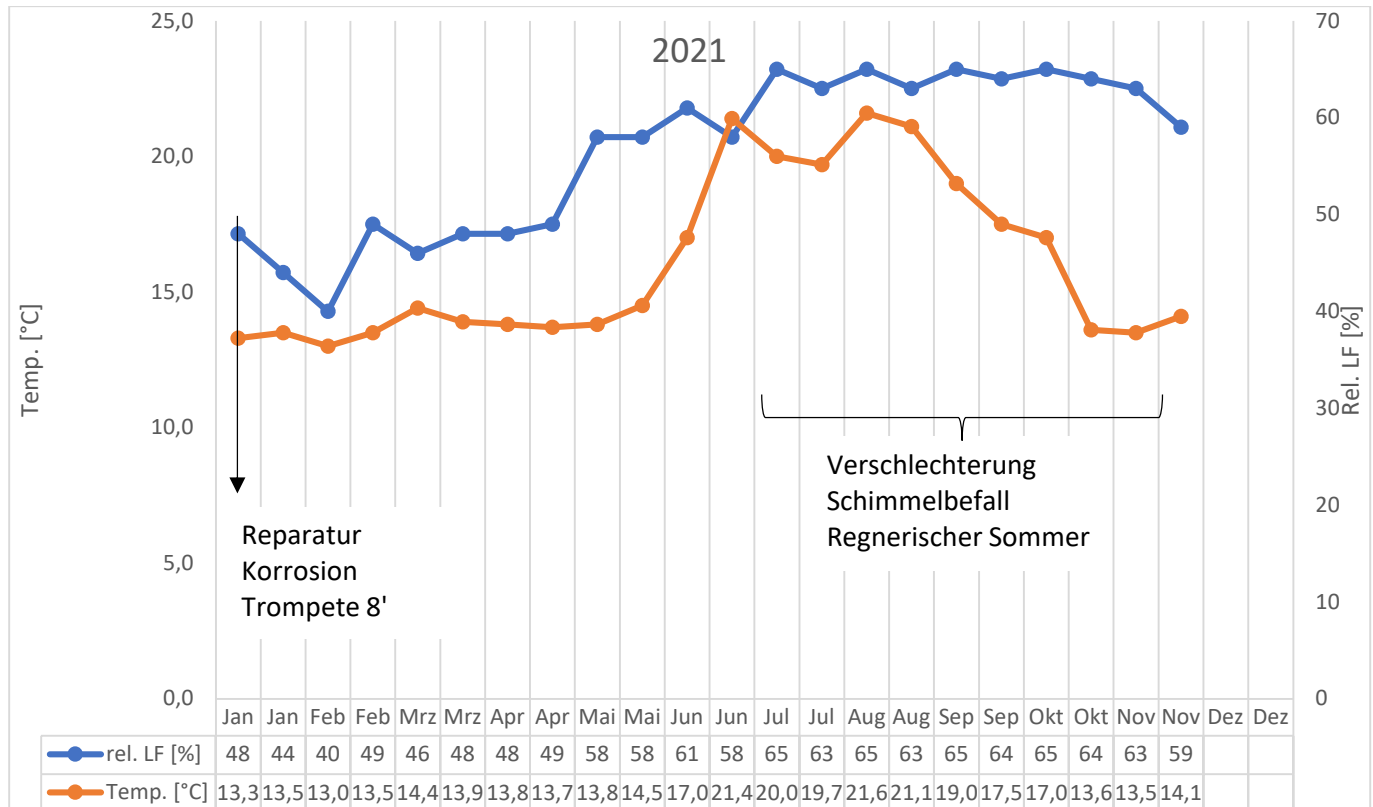
- Bestandsaufnahme mit fototechnischer Dokumentation
- Klimatische Analyse des Windsystems
- Ausbau der korrodierten Teile und Pfeifen
- Chemisches Entfernen der Korrosion durch ein Zitronensäurebad
- Zusätzliches mechanisches Abreiben und Abschleifen des Bleizuckers
- Evtl. Wiederholen des Bades
- Anschließendes Neutralisieren durch Seifenlauge
- Gründliches Abspülen mit Wasser und Trocknung
- Konservieren des Metalls mit Leinöl
- Austausch von korrodierten Bleipulpeten durch Edelstahlpulpeten
- Einbau der Orgelteile
- Ggf. Verbesserungen am Windsystem durchführen
- Regelmäßige Kontrolle und Dokumentation nach der Maßnahme

1.7 DOKUMENTATIONSBEISPIEL THIERHAUPTEN ST. PETER & PAUL

Schimmelbildung seit 2014/2015







Seit 2014 wird in der Klosterkirche Thierhaupten immer wieder Schimmelbefall festgestellt. Betroffen sind dabei vor allem die Mechanik und Bälge im Untergehäuse, die Holzpfeifen im Hauptwerk sowie auch die Chorbänke auf der Empore. Im Rahmen der jährlichen Wartungsarbeiten wurde der Schimmelbefall immer wieder mit verschiedenen Mitteln behandelt und dokumentiert. In Phasen niedrigerer rel. Luftfeuchte wurde kein weiterer Befall festgestellt. Durch das zusätzliche Einfräsen von Lüftungsschlitzen konnte ebenso eine verbesserte Luftzirkulation im Untergehäuse hergestellt werden.

Am den Stimmkrücken des Registers Trompete 8' durch die Feuchtigkeit eine Korrosion, was ein Stimmen des Registers deutlich erschwert bis unmöglich macht. Bei der Reparatur wurden die Krücken entfernt, die Durchgangsbohrung neu aufgebohrt und mit Zitronensäure und anschließender Neutralisierung behandelt, um eine erneute Korrosion auszuschließen.

Nach dem verregneten Sommer 2021 wurde nun wieder eine deutliche Verschlechterung festgestellt, nachdem sich in den letzten Jahren die Situation verbessert hatte. Im Zuge der nächsten Ausreinigung muss der Schimmelbefall komplett entfernt werden und weiterer Befall durch Klima-Dokumentation und richtigem Lüft- und Heizverhalten in der Kirche verhindert werden.

In Sachen Schimmelbefall und Feuchtigkeit in den wertvollen Instrumenten stehen wir Ihnen gerne mit Rat und Tat zur Seite und beraten Sie gerne.