



Orgelberatung der
Evangelischen
Landeskirche
in Württemberg

Burkhart Goethe

Schimmelbildung in Pfeifenorgeln

Entstehung, Ursachen, Auswirkungen und Beseitigung

Dritte Auflage

Schwäbisch Hall

2011

Inhalt

A. Schimmelpilze	S. 3
B. Typische Befallmerkmale in Orgeln	S. 5
C. Ursachen	S. 6
1. Außenklima und geologische Besonderheiten	S. 7
2. Heizung	S. 8
3. Lüftung	S. 10
D. Reaktionen	S. 11
E. Maßnahmen	S. 12
Rasche Analyse des betreffenden Schimmelbefalls	S. 12
Analyse-Methoden	S. 12
Nachhaltiges Entfernen des Schimmelbefalls	S. 13
Ermittlung der Ursachen für den Schimmelbefall	S. 14
F. Ursachenbeseitigung	S. 16
G. Sicherheitsaspekte	S. 17
H. Zusammenfassung	S. 18
I. Literatur und Quellen	S. 19
K. Empfohlene Meßgeräte	S. 20
Nachwort	S. 20

© Burkhart Goethe 2011

Der Inhalt dieser Schrift entspricht dem derzeit aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand. Ältere Fassungen sind daher ungültig. Der Abdruck und besonders die Übernahme und Verbreitung in elektronischen Medien sind nur nach ausdrücklicher Genehmigung durch den Verfasser gestattet. Sämtliche nachfolgend genannten Aussagen zur Schimmelanalyse und Schimmelbekämpfung sind rechtlich unverbindlich und von Haftungsansprüchen jeglicher Art ausgeschlossen.

Schimmelbildung in Pfeifenorgeln

Seit dem Jahre 2000 haben Nachrichten über Schimmelbildung in Pfeifenorgeln in auffälligem Maße zugenommen. Dabei steht die Orgel keinesfalls isoliert, denn seit Einführung entsprechender Wärmeschutzverordnungen für Bauten im Jahre 1995 und den daraus folgenden Konsequenzen (Wärmedämmung) ist auch der Schimmelbefall in Häusern allgemein thematisiert.

Beim Umgang mit Schimmelbefall in Pfeifenorgeln müssen grundsätzlich zwei unterschiedliche Zielsetzungen genannt werden, nämlich

- **Schutz von Kulturgütern**
- **Schutz von Personen**

Im Gegensatz zu anderen Bereichen, bei denen Kulturgüter in ihrer Substanz durch Schimmelbefall nachhaltig geschädigt werden können -wie etwa Archivalien oder Bilderrahmen- bislang direkte substanzuelle Schäden an Orgeln durch Schimmelbefall kaum nachgewiesen werden.

Dagegen ist der Schutz von Personen eine ernst zu nehmende Zielsetzung. Hier muß wiederum unterschieden werden in

- Allgemeine Gefährdung von Kirchenbesuchern (also gesundheitsschädliche Einwirkungen im gesamten Kirchenraum) und
- individuelle Gefährdung von Mitarbeitern, die sich regelmäßig in unmittelbarer Umgebung der befallenden Instrumente aufhalten (Kirchenmusiker, Chormitglieder, Orgelbauer).

Für beide Personengruppen trägt die Kirchengemeinde als Eigentümerin und Betreiberin von Raum und Orgel eine besondere Verantwortung.

A. Schimmelpilze (Schimmel = lat. mucor, engl. mould, franz. moisi)

gehören zu einer systematisch heterogenen Gruppe von Pilzen (Myzeln), deren Wachstum vor allem in sogenannten »ökologischen Nischen« stattfindet. Sie kommen in allen Lebensräumen vor und verursachen als »Destruenten« im natürlichen Stoffkreislauf die Zersetzung organischer Substanzen. Schimmelpilze machen rd. 25 % der Welt-Biomasse aus.

Von den über tausend weltweit bekannten Arten gibt es zahlreiche, die sogar in der Nahrungskette (etwa bei Milchprodukten) oder aber der Medizin (z.B. Penicillin) gezielt und nutzbringend verwendet werden.

Verschiedene Arten können jedoch auch gesundheitsschädigend wirken. Als Beispiel für typische Arten in Orgeln und Kirchenräumen werden hier einige genannt:

- Schlauchpilze (z.B. *Aureobasidium*), verwandt mit Speisepilzen wie Champignon oder Steinpilz, typisch für Staubablagerungen, auch auf Früchten, in Blumenerde oder an Tapeten. Sie können Allergien auslösen.

- *Acronium (strictum)*, typisch für Feuchteschäden im Bodenbereich (z.B. grundwassergeschädigte Kirchenräume), mit dem Mykotoxin Trichothecen, das Mycosen an den Augen, der Haut, den Nägeln, der Lunge, des Bauchfells und der Gehörgänge verursachen kann.
- Aspergillus-Arten wie *aspergillus flavus*, *aspergillus fumigatus*, *aspergillus versicolor*. Diese Arten, besonders *aspergillus fumigatus*, können Allergien und Erkrankungen der Atemwege (Aspergillose) verursachen. *Aspergillus flavus*, (gelber Gießkannen-Schimmelpilz) produziert Mykotoxine (Aflatoxine B1 und B2). *Aspergillus fumigatus*, benannt nach seiner rauchgrünen Farbe, gehört zu den am meisten verbreiteten Spezies auf der Erde; im Durchschnitt atmet jeder Mensch pro Tag ca. 100 seiner Sporen ein. Er ist ein sogenannter saprophytischer Pilz, der eine Vielzahl von Stoffen zersetzen und sogar auf Glas wachsen kann. *Aspergillus fumigatus* kann in schweren Fällen drei verschiedene Gruppen von Krankheiten auslösen, nämlich asthmatische Allergien, Infektionen des Lungenbereiches und weitreichendere Schäden bei immungeschwächten Menschen. Schließlich *aspergillus versicolor* mit dem Mykotoxin *Sterigmatocystin*, zu, das sowohl ebenfalls Potenzen aufweist, die gesundheitsschädigend sein können.
- Penicillium-Arten wie *penicillium chrysogenum*. Unter den rund 100 Arten (darunter auch eßbare) sind einige toxinbildend und können bei Allergikern Erkrankungen der Atemwege auslösen (z.B. *asthma bronchiale*)
- Stachybotrys (*stachybotrys chartarum*), auch als »Schwarzschimmel« bezeichnet, mit besonderer gesundheitlicher Gefährdung durch Mykotoxine (Trichothecyne). Diese Schimmelart ist häufiger Indikator für Feuchteschäden (z.B. unter Gipskartonplatten und in Badezimmern), der Befall sieht meist wie Ruß aus. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn diese Pilzart austrocknet, da dann Sporen in die Luft gelangen können. Gesundheitliche Auswirkungen reichen von Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit bis zu ernsteren Symptomen von *Stachybotrose* mit Störungen der Immunabwehr und Lungenerkrankungen.

Die genannten Arten können **im ungünstigen Fall** also allergene, toxische (mykotoxische) und infektiöse Wirkungen auf den Menschen verursachen. Personen mit allergenen Veranlagungen oder Immunschwäche sind hier besonders gefährdet. Kirchenmusiker und Orgelbauer können ferner möglicherweise aerogenem, d.h. durch Windverwirbelungen des Instrumentes verbreitetem Schimmelbefall ausgesetzt sein.

Die Problematik von Schimmel in ihrer unmittelbaren Umgebung ist der Menschheit schon seit langem bekannt und auch Nachrichten über Schimmelbefall in Orgeln sind seit etwa 150 Jahren überliefert.

Wenn jedoch Befall mit Schwarzschimmel von den Orgelbauern noch vor dreißig Jahren als »Stockflecken« abgetan wurde, die anlässlich einer Hauptausreinigung mit (völlig wirkungsloser) 10%ger Essigsäure/Wasser-Lösung abgewaschen wurden, so ist dagegen seit etwa 10-15 Jahren die Problemerkennung aufgrund eines geänderten und gewachsenen Umweltverhaltens deutlich gestiegen.

B. Typische Befallmerkmale in Orgeln

Grundsätzlich muß bei Schimmelbefall unterschieden werden in

- aktiven, mit bloßem Auge sichtbaren Befall sowie
- Auftreten von Schimmel in Sedimentation (etwa Staub- und Schutzablagerungen)

Beide Arten von Befall treten in Orgeln auf. Sedimentationsschimmel ist nicht immer gleich erkennbar, da hier häufig Schimmelsporen in Staub und Schmutz eingelagert sind.

Für Orgelbauer, Orgelsachverständige und Kirchenmusiker als Personen mit direktem Kontakt zum Instrument zeigen sich die Anzeichen von aktivem Schimmelbefall meist bereits im Zuge einer periodischen Stimmung oder einer Untersuchung des Orgelinneren. Typische Stellen für das Wachstum von Schimmelpilzen sind in der Hauptsache die **Oberflächen der Windladen** und der **Holzpfeifen**, ferner **mechanische Trakturteile** (Abstrakten, Wellenbretter, Wellen) und die **Registermechanik** sowie **Lederteile an Bälgen** und (relativ häufig) **organische Textilien** (Regulierscheiben und Abdichtungen aus Filz, **flexible Kondukten** aus papierbeschichteter Alufolie). Auch **Stellmuttern aus Leder** an den Trakturen sind nicht selten von Schimmel befallen. **Weniger häufig** ist der Befall an vertikalen Flächen von Metallpfeifen, er kann jedoch -meist bei starkem Gesamtbefall- auch dort vorkommen und vor allem dann, wenn diese Pfeifen mit zähen Schmutz- und Rußschichten beaufschlagt sind.

Alle bisherigen Beobachtungen deuten darauf hin, daß lackierte Holzteile -etwa mit dickem Schutzlack (Mattierung) überzogene Holzpfeifen oder Windladenoberflächen- stärker von Schimmelpilzen befallen werden, als naturbelassene Hölzer.

Dies zeigt deutlich, daß sich an solchen glatten, quasi versiegelten Oberflächen Tauwasser häufiger abschlägt als auf eher porösen Holzflächen. Es wurde ebenfalls bemerkt, daß Obstbaumhölzer in der Regel intensiver befallen sind als gerbsäurehaltige Eiche oder tanninhaltige Nadelhölzer. Ferner konnte festgestellt werden, daß **stark verschmutzte** Oberflächen wesentlich **häufiger** mit Schimmelpilzen befallen sind, als es bei sauberen der Fall ist, vor allem dann, wenn es sich um organische Partikel handelt (Tierkot, Überreste von Insekten, fettige Substanzen).

Aus diesem Grund ist die Notwendigkeit, an einer Pfeifenorgel (wie bislang üblich) alle 10-15 Jahre eine Hauptausreinigung vorzunehmen, nochmals ausdrücklich zu unterstreichen. Es erscheint ebenfalls sinnvoll, innerhalb einer solchen Periode auch wenigstens einmal eine Zwischenreinigung (»kleine« Ausreinigung) durchführen zu lassen.

Anläßlich einer ersten Suche nach den Ursachen findet der Orgelbauer in der Regel Schimmelbefall am häufigsten in engen, unbelüfteten Instrumenten. In den meisten Fällen findet er dann auch gleichzeitig weitere Anzeichen für eine längerfristige Durchfeuchtung des Instrumentes vor, z.B. verquollene Windladenverschlüsse, angelaufene Messingteile und Zungenblätter sowie stark **verrostete Eisenteile**.

Auch das partielle Eindringen von Wasser (etwa Regenwasser infolge von Dachschäden) ist meist rasch auszumachen und entsprechend lokalisierbar.

Bei einem besonders gravierenden Schimmelbefall der Orgel in der Evang. Stadtkirche Widdern (Nordwürttemberg) war der Schimmel fast ausschließlich an den Leimstellen zu

beobachten. Hier ergaben Nachforschungen, daß beim Bau der Orgel 1988 durchgängig glutinhaltiger Warmleim (Knochenleim) verwendet wurde. Seit längerem ist bekannt, daß dieses organische Material zu Schimmelbildung führen kann, aus diesem Grunde mischen viele Orgelbauer dem Glutinleim ein Konservierungsmittel (z.B. Formaldehyd) bei. Im vorliegenden Fall wurde dies versäumt.

Ebenso lassen sich in einzelnen Fällen auch Merkmale erkennen, die unzweifelhaft auf einen Schimmelbefall im Bereich der **Windwege** des Instrumentes schließen lassen: Wenn etwa die Pfeifen vor allem im Labienbereich befallen sind oder wenn Befall **in** den Ventilkästen vorliegt. Ursache ist dann meist ein Erstbefall **im Balg** oder im **Ansaugbereich** des Windmotors (Motorkasten). Die in modernen Windanlagen eingebauten Partikelfilter für die Ansaugung sind für die Rückhaltung von Schimmelsporen weitgehend wirkungslos.

Das Einbringen von Schimmelsporen durch die Windwege ist bisher viel zu wenig beachtet worden. Der Einbau entsprechender Hepa-Filter ist technisch zwar möglich, diese Anlagen erfordern jedoch eine weit höhere Winddurchlaßfläche als Schmutzfilter und sind entsprechend aufwendig. Außerdem müssen sie regelmäßig gewechselt werden.

C. Ursachen

Sämtliche im Dienstbereich des Verfassers bislang aufgetreten Fälle von Schimmelbildung an Pfeifenorgeln hatten **raumklimatische** Ursachen, bei denen **falsches Heizen und Lüften** an allererster Stelle stand.

Als mögliche Ursachen für Schimmelbefall in geschlossenen Räumen wurden inzwischen allgemein folgende Voraussetzungen erkannt:

- Bei neuzeitlichen Räumen unzureichendes Wärmedämm-Niveau und »Kältebrücken« an der Außenschale des Raumes.
- Verbaute Raumteile (hermetische Kaschierungen mit Gipskarton, vorgestellte Schränke etc.) Dies trifft ganz besonders auch auf übermäßig eng gebaute Orgeln zu.

*Schuld an zu eng angelegten Instrumente tragen meist **nicht** die Orgelbauer. Ursachen sind vielmehr häufig entsprechend geringe oder falsche Platzvorgaben der Auftraggeber wie auch überzogene Wünsche einzelner Kirchenmusiker nach einer besonders großen Orgel. Eine drangvolle Enge im Orgelinneren erhöht jedoch nicht nur ganz erheblich die Wartungs -und Stimmkosten, sondern stellt auch ein **erhöhtes Risiko** bei Schimmelbildung und Anobienbefall dar. Darüber hinaus ist das Innere von Orgeln allzu häufig mit Gerümpel vollgestopft, nicht selten darunter auch z.T. organische Materialien (Erntekranz mit Ähren, Krippe mit Stroh, Kostüme aus Filz etc.). Materialien dieser Art fördern nicht nur die Schimmelbildung, sondern ziehen naturgemäß auch Schädlinge (Mäuse, Ratten, Siebenschläfer) an.*

- Unzureichende bzw. **zu rasche und starke periodische Beheizung** des Raumes,
- erhöhte Feuchteproduktion im Raum,
- **mangelhaftes Lüfungsverhalten,**
- Vorhandensein von Baufeuchte.

Auch für Kircheninnenräume gelten die meisten dieser Ursachen. Allerdings lassen sich die jeweiligen Situationen kaum vereinheitlichen, sondern sind -anders als in Wohnräumen mit heutigem Wärmedämmungsstandard- in jedem Kirchenraum hinsichtlich baulicher Anlage, Nutzung und klimatischen Voraussetzungen äußerst unterschiedlich. Die nachfolgenden Beispiele sollen daher nur zur Verdeutlichung verschiedener, möglicher Ursachen dienen:

1. Außenklima und geologische Besonderheiten

Die wesentliche Rolle des Außenklimas wurde in den vergangenen Jahrzehnten viel zu wenig in raumklimatische Überlegungen einbezogen. Es ist erwiesen, daß milde, feuchte Winter und feuchtwarme Sommerperioden allgemein zugenommen haben. Trockene, heiße Sommermonate (wie etwa 2002) stellen eine Ausnahme dar. Im Zusammenwirken mit einem falschen Lüftungsverhalten werden daher manche Kirchenräume additiv durch das Außenklima überfeuchtet oder übertrocknet.

Wie sehr die Außentemperatur eine relative Innenraumfeuchte beeinflusst, mag die nachstehende Tabelle verdeutlichen, zitiert nach Dr. Thomas Gabrio (Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg): »Gefahren durch Schimmelpilze«:

<i>Außenluft in ° C</i>	<i>Rel. Feuchte außen in %</i>	<i>Absolute Feuchte innen + außen g/m³ m</i>	<i>Rel. Feuchte im Innenraum bei 20° C in %</i>
-10 °C	80 %	1,7 g/m ³ m	9 %
0 °C	80 %	3,9 g/m ³ m	21 %
+10 °C	80 %	7,5 g/m ³ m	42 %
+20 °C	80 %	13,5 g/m ³ m	80 %

Dazu kommt die Einwirkung des Windes aus wechselnden Richtungen. So kann auf einer großflächige Fensterseite, womöglich noch mit stark durchlässiger Bleiverglasung, in manchen Fällen eine enorme Windlast (Staudruck) auf den Raum wirken, was häufig durch Zugluft im Rauminnen und einseitiges Abbrennen der Altarkerzen angezeigt wird. An den Wetterseiten des Raumes kann im ungünstigen Fall auf diese Weise zusätzliche Außenfeuchte hereingetragen werden.

Auch die direkte Umgebung eines Kirchenraumes sowie die Beschaffenheit der Außenhülle spielen dabei eine nicht unwesentliche Rolle. Wird z.B. die Beschattung einer Kirche durch Neubau umstehender Gebäude oder fortschreitendes Wachstum eines vorhandenen Baumbestandes erhöht oder werden einfache Fenster durch lichtbrechende Buntglasfenster ersetzt, so kann dies bereits ebenso zu einer erheblichen Veränderung des Feuchtehaushaltes im Raum führen. Auch der Einbau neuer Bodenbeläge im Kirchenschiff in der vermeintlich guten Absicht, den Fußboden gegen Bodenfeuchte abzusperren, kann solche Veränderungen bewirken.

Schließlich spielt auch die geographische Lage des Raumes eine maßgebende Rolle. Die meisten älteren Kirchenräume sind mit dem Altarbereich geostet, d.h., die größte Sonneneinwirkung in den Raum findet über die südliche und südwestliche Fensterseite

statt. Bei neueren, heute nicht immer geosteten Räumen können daher besondere Klimasituationen auftreten, die zu einer übermäßigen Raumfeuchte oder Raumaustrocknung führen. Auch die geologische Bodenbeschaffenheit ist zu beachten.

***Beispiel:** Die sogenannte Urbanskirche (13. Jh) in Schwäbisch Hall liegt in Hanglage und ist damit in ihren Fundamenten erheblich dem Fließwasser ausgesetzt. Der Feuchtehaushalt des Raumes hat sich jedoch in vielen Jahrhunderten auf natürliche Weise selbst reguliert, bis 1995 die Verantwortlichen auf die Idee kamen, ein teures (und sehr energieintensives) elektrisches »Trocknungsgerät« im Raum aufzustellen, welches unregelmäßig 24 Stunden täglich lief. In der Folge wurde die Bodenfeuchte durch die Kapillarfunktion des Mauerwerkes -also wie durch einen Strohhalm- nachgezogen und der Raum war nun wirklich überfeuchtet.*

2. Heizung

Heizsysteme und Heizgewohnheiten stellen die hauptsächliche Ursache für klimatische Veränderungen und ihre Folgereaktionen in Kirchenräumen dar. Sie sind damit -nach allen bisherigen Erfahrungen und Befunden- auch Hauptursache für Schimmelbildung in Orgeln. Gleichzeitig können sie, wenn dies auf den ersten Blick auch paradox erscheinen mag, nicht selten die Austrocknung von Orgeln verursachen. Dies hängt jeweils vom Heizsystem und der Heizintensität ab.

Heutige evangelische Kirchenräume in Württemberg sind mit wenigen Ausnahmen temporär periodisch beheizte Räume, das heißt, sie werden während der Heizperiode unter der Woche nicht oder nur selten in einer Grundtemperierung (z.B. 7°) beheizt und dann sonntags auf eine »Wohlfühltemperatur« von ca. 15-18° C gebracht - soweit das Budget der Kirchengemeinde oder denkmalsrechtliche Vorgaben dies erlauben. Dazu werden Heizsysteme der unterschiedlichsten Art verwendet:

- Bankheizung (elektrisch oder Warmwasser)
- Wandheizung (elektrisch oder Warmwasser)
- Fußbodenheizung
- Warmluftheizung mit Luftkanälen
- Warmluftheizung mit Wärmestationen

Direkte Gasheizungen und Öfen dürften nur noch in sehr wenigen Kirchenräumen zu finden sein. In neuester Zeit werden auch flächige Wand- und Deckenheizungen verwendet.

Vor Einführung der ersten Kirchenheizungen mit Gas, Warmwasser- oder Dampfbetrieb um 1900 wurden Kirchenräume entweder überhaupt nicht oder aber durch Einzelöfen beheizt. In manchen Regionen brachten Kirchenbesucher auch Kohlebecken (Holzkohle) mit. Abgesehen von erheblichen, für Orgeln ebenfalls schädlichen Emissionen durch Ruß erreichten Heizgeräte dieser genannten Art nur sehr geringe, lokal auf die Sitzplätze ausgerichtete Heizleistungen. Sie sind vergleichbar mit den heutzutage noch vielfach verwendeten elektrischen Bankheizungen.

Ist bei diesen Systemen die Heizleistung gering, so verändert eine kurzfristige

Aufheizzeit vor Beginn der Raumnutzung (Gottesdienst) meist nur unwesentlich das für die Orgel relevante Raumklima. Größere Heizsysteme mit **hoher Leistung** können im ungünstigen Fall jedoch deutliche **Störungen der Klimasituation** hervorrufen, vor allem dann, wenn keine oder eine nur unzureichende Regeltechnik vorhanden ist.

Gleichzeitig spielt jedoch auch das Wärmeverhalten der Außenmauern eine ganz erhebliche Rolle. Ältere Kirchenräume besitzen in der Regel keine Isolierung und die Mauern können enorme »Kältebrücken« bilden. Wenn diese Situation eintritt und gleichzeitig ein Heizsystem mit hoher Leistung verwendet wird, so kann bei (meist) zu rasch eingestellten An- und Ablauffphasen die natürliche Raumfeuchte nicht vollständig vom Mauerwerk absorbiert bzw. resorbiert werden und schlägt sich besonders in kalten, teilweise abgekapselten Ausstattungsgegenständen ebenso nieder wie an kalten, absorptionsarmen Teilen der Raumschale (z.B. Glasfenster).

In Orgeln schlagen sich dann Wasserfilme an glatten, kalten Teilen (Holz- und Metallpfeifen, Eisenteile) ab und bilden im Instrument ein sogenanntes **Kleinklima**. Ist die Orgel womöglich dann noch an eine kalte Außenwand gekapselt und kaum durchlüftet, wird die Bildung eines solchen Kleinklimas besonders intensiv gefördert.

Bisher wurde oft angenommen, daß die Bildung von Schimmel innerhalb eines solchen Kleinklimas ausschließlich bei **Unterschreitungen** des sogenannten **Taupunktes** gefördert wird. Neuere Untersuchungen haben jedoch eindeutig den Beweis erbracht, daß bereits **vor** Taupunktunterschreitungen eine Schimmelbildung stattfinden kann. (*Dipl.Ing. Johann Reiß - Fraunhofer-Institut Stuttgart: »Wann wächst Schimmel?«*)

Schimmelbildung wird ganz besonders gefördert durch nicht bewegte, »stehende« Luft, wie sie in vielen geschlossenen Orgelgehäusen auftritt.

In diesem Zusammenhang darf schließlich nicht unerwähnt bleiben, daß ein partielles Heizen von Kirchenräumen im Wochenabstand nicht nur die Schimmelbildung begünstigen kann, sondern auch den Verpuppungsvorgang abgelegter Larven von Holzschädlingen wie z.B. Nagekäfer (*anobium punctatum*, sogen. »Holzwurm«) erheblich beschleunigt und fördert (*nach Dr. Wibke Unger: Nahrung und Klima als entscheidende Faktoren für Angriff, Bestand und Ausbreitung holzzerstörender Insekten und Pilze in Baudenkmälern*).

Ob der Schimmelbefall selbst das Eindringen von Anobien in Holzteilen begünstigt, ist noch nicht hinlänglich nachgewiesen. Da jedoch die optimalen klimatischen Bedingungen für die Entwicklungsprozesse beider Schädlingsarten nahezu identisch sind, erscheint hier nach bisherigen praktischen Befunden eine Kausalität zumindest denkbar.

Heizsysteme wirken innerhalb der von Umgebung und Raum vorgegebenen Ausgangssituationen ganz unterschiedlich. Daher kann kaum ein Heizsystem bereits im Grundsatz als Verursacher von Klimaschäden benannt werden, ohne daß umfangreiche Untersuchungen und Messungen dies bestätigen. Anders ausgedrückt: **Die ideale, in allen Räume anwendbare Kirchenheizung gibt es nicht.** Und schließlich: **1000 und mehr Tonnen Gestein einer eiskalten Kirchenmauer lassen sich nicht in 2-3 Stunden erwärmen!**

3. Lüftung

Unmittelbar verknüpft mit der Problematik des Heizens ist auch die Lüftung. Beide Faktoren müssen daher **stets zusammen betrachtet** und in Problemfällen auch zusammen gelöst werden. Bislang wurde dabei vielfach unterschätzt, in welchem Umfang das Einbringen zusätzlicher Luftfeuchte durch die Besucher bei Gottesdiensten oder Führungen den Feuchtehaushalt des Raumes beeinflusst. »Rappelvolle« Kirchen wie etwa am Heiligabend oder bei Orgeleinweihungen können -in Verbindung mit starkem Aufheizen und/oder hoher Außenluftfeuchte- ein Ansteigen der relativen Innenraumluftfeuchte von bis zu 95 % und mehr zur Folge haben. Die Kirchenmusiker merken dies an einer plötzlichen Verstimmung (durch Tröpfchenbildung an Labial- und Lingualpfeifen) und die Besucher sehen es an den »quietschnassen« Fensterlaibungen nach derart stark besuchten Veranstaltungen. Bei Regen- oder Schneewetter kommt dann noch die Verdunstung von Feuchte aus dicker Winterkleidung als steigernder Faktor dazu.

Die noch heute stark verbreitete Anweisung, bei Frost eine Kirche grundsätzlich nicht zu lüften, kann im Zusammenwirken mit solchen, stark überfeuchteten Räumen während mehrerer Festtage dann fatale Folgen haben. Kleinere Landgemeinden etwa schließen nicht selten ihre Kirchenräume aus ökonomischen Gründen in der Winterperiode zwischen Anfang Dezember und Mitte Februar und halten die Gottesdienste im besser heizbaren Gemeindehaus ab. Nur für die Weihnachtstage und zum Jahreswechsel werden die ausgekühlten Kirchen dann beheizt und nach Benutzung nicht oder unzureichend belüftet. Meßdiagramme in solchen Räumen zeigen, daß diese Situation für die Schimmelbildung in Orgeln zu einem »Super-GAU« werden kann.

Aber auch im Hochsommer ist die plötzliche Überfeuchtung eines Kirchenraumes möglich, vor allem dann, wenn der Dachbereich und Fenster des Raumes eine starke Wärmedämmung erhielten, ohne daß gleichzeitig der höhere Lüftungsaufwand berücksichtigt wurde:

Beispiel: *Die Stiftskirche St. Nikolaus des Klosters Kumburg bei Schwäbisch Hall (12. und 18. Jh) wird im Sommer von unzähligen Touristen besucht. Früher wurde der Raum ständig betreut und die große Eingangstür war während der gesamten, täglichen Besuchszeit weit geöffnet. Seit einigen Jahren jedoch sind nur noch Besuche in Form bezahlter Führungen durch einen Pächter möglich. Dazu werden die Besuchergruppen jeweils eingeschlossen. Gleichzeitig hat man vor kurzem im Dachbereich einen Vollwärmeschutz und Dampfsperren eingebaut. Weitere Lüftungsöffnungen gibt es nicht. Der (übrigens auch nicht beheizbare) Raum ist also quasi nicht mehr belüftet. Folge: Die wertvolle Weigle-Orgel von 1851 (restauriert 1998) wies bald darauf akuten Schimmelbefall auf, obgleich das weitläufige Instrument in sich selbst relativ gut belüftet ist.*

Ebensowenig wird häufig bedacht, daß ein **unkontrolliertes Lüften bei sehr schwülwarmem Sommerwetter ein starkes Eindringen von hoher Luftfeuchte in einen an sich normal klimatisierten Kirchenraum zur Folge haben kann. Hier gilt ganz besonders der Grundsatz: »Erst messen, dann handeln!«**

Negative Folgen von Heizung und Lüftung können jedoch keinesfalls verallgemeinert oder polarisiert werden. Weder sind die meisten älteren Kirchen generell überfeuchtet,

noch übertrocknet und die absurde Situation, daß sich in der Orgel Schimmel bildet, während andere Kunstwerke Trocknungsschäden aufweisen, ist durchaus möglich: Wenn nämlich in einem Raumteil jene Feuchte kumuliert, die dem anderen Raumteil entzogen wurde. In vielen Fällen jedoch sind es bei **älteren Kirchenräumen** häufig erst die **nachträglichen Eingriffe in das bestehende Raumklima**, die zu solchen Situationen führen.

D. Reaktionen

Die Reaktionen der Kirchengemeinden auf festgestellten Schimmelbefall in ihrer Orgel sind sehr unterschiedlich und reichen von völligem Ignorieren der Fakten bis hin zu hektischen Überlegungen, den Raum für die Öffentlichkeit sofort zu sperren.

Wenngleich auch Übereifer und Hysterie zugunsten einer sachlichen Abwägung der Fakten vermieden werden sollten, so stellt Schimmelbefall -ähnlich wie festgestellte Kontaminationen etwa durch Asbest oder toxische Holzschutzmittel- eine erhebliche Herausforderung für die Kirchengemeinde dar. **Als Eigentümerin und Betreiberin des Raumes ist sie in der Pflicht, gesundheitliche Schäden für die Besucher und (im Fall der Orgel) für ihre Mitarbeiter abzuwenden.**

Hinzu kommt, daß das Thema gesundheitsschädigender Einflüsse durch Schimmel in jüngster Zeit einen relativ breiten Raum in entsprechenden Internet-Foren einnimmt. Dies mag gut und richtig sein, hat jedoch auch zur Folge, daß neben den seriösen Institutionen und Fachleuten eine Unzahl selbsternannter »Experten« und »Schimmelsanierer« seine Dienste anbietet. Zum Thema Schimmel geben z.B. im Internet am häufigsten und an besonders exponierten Stellen jene Firmen Auskunft, die gleichzeitig ihre Produkte oder Dienstleistungen verkaufen wollen. (Chemiefirmen, Sanierungsbetriebe etc.).

In Sorge um hohe Analysekosten greift manche Kirchengemeinde dann zur Selbsthilfe, ordert ein Test-Set für Schimmel in Wohnräumen und wird mit »Schimmel-Ex« aus dem Baumarkt tätig. Nicht selten wird auf diese Weise oft der »Teufel mit dem Beelzebub ausgetrieben«.

Auch nicht alle Orgelbaubetriebe wissen immer mit Schimmelbefall sachgemäß umzugehen. Anstelle erforderlicher, recht aufwendiger Industriestaubsauer mit der erforderlichen Schutzklasse (K2 mit Hepa-Filter H13 oder H14) werden die Myzel manchmal noch mit Haushaltssaugern entfernt - und dann die Sporen im ganzen Raum verteilt. Und noch immer ist die (falsche) Annahme verbreitet, Schimmel durch Abwaschen mit einem Essig-Wasser-Gemisch nachhaltig bekämpfen zu können, wie es vielleicht die Altvorderen taten....

Die Folge ist Unsicherheit: Hat der Orgelbauer nicht übertrieben, hat der Pfarrer vielleicht bagatellisiert, müssen wir die Kirche sperren, die Orgel abreißen und verbrennen? Oder aber: Hat nicht jeder irgendwo Schimmel im Haus, im Keller, in der Dusche - und lebt noch immer fröhlich vor sich hin?

Die Kirchenmusiker- und musikerinnen dagegen müssen auch nächsten Sonntag wieder an ihre Orgel, müssen üben und spielen und sorgen sich, ob ihnen dabei aus dem Instrument nicht bereits Schimmelsporen ins Gesicht geblasen werden....

Und der oder die Orgelsachverständige fragt sich, ob es irgend eine harmlose Schimmelart ist oder eine weniger harmlose und überlegt, wie er die Gemeinde dazu bewegen kann, zu einer möglichst genauen und seriösen, aber trotzdem nicht allzu teuren Analyse zu kommen.

E. Maßnahmen

Grundsätzlich sollten stets mehrere, parallel auszuführende Maßnahmenstränge eingeleitet werden, nämlich:

- **Rasche Analyse des betreffenden Schimmelbefalls**

Eine solche Analyse sollte ausschließlich durch ein anerkanntes, seriöses Labor durchgeführt werden. Die Methoden sind dabei unterschiedlich: Von der sogenannten »Abklatschprobe« bis hin zur Raumlufanalyse. Die mikrobiologische Untersuchung erfolgt dann im Labor. In der Regel stellt sich dabei rasch die Schwere und Toxizität des Befalls heraus. Dazu kann die folgende Kategorisierung des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg eine Hilfestellung sein:

Kategorie 1 = Normalzustand, geringfügiger Befall, Ausdehnung bis 20 cm²

Kategorie 2 = geringfügiger bis mittlerer Befall, Ausdehnung bis 0,5 m²

Kategorie 3 = großer Befall, Ausdehnung größer als 0,5 m²

Beim Vorliegen stark mykotoxischer Arten (etwa *aspergillus versicolor* oder *stachybotrys chartarum*) rückt die Einordnung -unabhängig von der Ausdehnung- je eine Kategorie höher (zitiert nach Gabrio a.a.O.)

Das Landesgesundheitsamt weist jedoch darauf hin, daß diese Beurteilungskriterien **nur für Innenräume gilt**, für andere Verteilungsräume (etwa Orgeln) können sie erheblich abweichen.

- **Analyse-Methoden**

Zu den unterschiedlichen Analyse-Methoden zählen:

Kontaktprobe mit Klebefilmpräparat. Hier wird durch Aufbringen eines gewöhnlichen Klebefilmes (Tesa) auf ein Abrißpräparat (Negativprobe) erzeugt und labortechnisch ausgewertet. Sie ist das einfachste Verfahren und gibt Aufschluß, ob es sich bei den Schimmelpilzen um toxisches oder infektiöses Potential handelt. Das Verfahren bringt jedoch keinen Aufschluß über die Befalldichte. Die Analyse dauert ca. 2-3 Wochen.

Abstrichprobe. Ähnlich wie bei der Kontaktprobe werden hier Schimmelmyzel mit einem oder mehreren Abriebstäbchen abgenommen und mikrobiologisch untersucht. Diese Methode wird vor allem bei Verdacht auf *stachybotris*-Arten angewandt, da diese tiefer in das Material eindringen.

Abklatschprobe. Bei der Abklatschprobe wird ein geeignetes, präpariertes Nährmedium auf eine schimmelbefallene Fläche gedrückt. Die Auswertung im Labor erfolgt im Stereo/Lichtmikroskop. Sofern ohne weiteren Präparationsaufwand

ersichtlich, erhält man auch Hinweise auf die Schimmelpilzart oder -gattung. Die Analyse dauert ca. 3-4 Wochen.

Raumluftmessung. Sie gehört zu den aufwendigsten Methoden; die Probenentnahme (=Messung) kann nur durch ausgebildetes Fachpersonal durchgeführt werden. Es gibt mehrere Meßmethoden (Messung der Schimmelpilzsporen mit Luftkeimsammler, Partikelmessung, MVOC-Messung). Die Preise müssen angefragt werden, die Befunde liegen nach etwa 2 Wochen vor. Raumluftmessungen sind dann sinnvoll, wenn die eigentliche Ursache der Schimmelbildung unklar ist oder außerhalb der Orgel liegt. Sie haben den Nachteil, daß sie die Schimmelarten, die in der Luft nur schwer nachweisbar sind, nicht immer erfassen.

Orgelsachverständige und Orgelbauer können bei einer Erstuntersuchung nur den Ausdehnungsgrad im Instrument sowie die Bauteile und Materialien des betreffenden Befalls per Augenschein feststellen. Zu allen weiteren analytischen Aussagen fehlen ihnen jedoch die entsprechenden Fachkenntnisse und Untersuchungsverfahren. Allerdings können sie durch Entnahme einer Kontakt- und Abstrichprobe und die Übersendung an ein geeignetes Labor die weiteren Analysmaßnahmen einleiten. Hier sind besonders die exakten Anweisungen zur Probenentnahme sowie die Schutzmaßnahmen zur Eigensicherung zu beachten (s. Abschnitt G)

- **Nachhaltiges Entfernen des Schimmelbefalls**

In vielen Fällen zeigen auf Schimmel spezialisierte Labors und Fachfirmen mit dem Ergebnis ihrer Analyse auch Verfahrenswege zur Entfernung des Schimmelbefalls auf. Dies ist sicherlich sinnvoll. Kritisch hinterfragen sollte man dagegen das Ganze, wenn sowohl Laborbefund als auch der Vertrieb von Anti-Schimmel-Präparaten oder gar die Beseitigung des Schimmels in ein und derselben Hand liegen. Der Verfasser empfiehlt deshalb die Hinzuziehung eines möglichst unabhängigen Labors.

Pfeifenorgeln sind komplexe Instrumenteneinheiten, an deren Innerem **ausschließlich der Orgelbauer** arbeiten sollte, um noch größere Folgeschäden zu vermeiden. Denkbar ist jedoch bei sehr starkem Befall die intensive, zeitgleiche Zusammenarbeit der Orgelbaufirma mit einer anerkannten Fachfirma für Schimmelbekämpfung.

Die größere Zahl der innerhalb der württembergischen Landeskirche ansässigen Orgelbaufirmen verfügt inzwischen sowohl über das Material als auch die Fachkenntnisse für den Umgang mit Schimmelbefall. Dazu gehören z.B. sogenannte Gefahrstoffsauger mit der Schutzklasse **K2** und einem Hepa-Filter der Klasse **H 13** oder **H 14**, der auch regelmäßig erneuert werden muß. Besonders wichtig sind ebenfalls die Kenntnisse über die einschlägigen Arbeitsschutz- und Gefahrenstoffverordnungen.

In der Regel erfolgt die Schimmelentfernung im Zuge einer Hauptausreinigung des Instrumentes. Grundsätzlich wird im Dienstbereich der württ. Landeskirche dann bereits im Leistungsverzeichnis das vorsichtige Absaugen sämtlicher Orgelteile mit dem o.g. Spezialsauger sowie das Abwischen bzw. Abwaschen mit einer Lösung aus **70 % Alkohol** (Isopropanol -2-) **und 30 % Wasser** (normales Leitungswasser) sowie das anschließende Ablüften empfohlen. Dieses Verfahren hat sich bislang in der allgemeinen Restaurierungspraxis hervorragend bewährt. Ein höherer Anteil von Alkohol ist nicht

anzuraten, da der Wasseranteil eine wichtige Funktion beim Aufschwemmen der Schimmelpylen hat. Die feuergefährliche Wirkung der Lösung ist dabei ebenso zu beachten wie gesundheitliche Beeinträchtigungen bei nicht ausreichender Belüftung.

Beimischungen zusätzlicher, fungizider Substanzen (z.B. Thymol), sind möglich, aber nicht unerlässlich. Es muß dabei auch stets hinterfragt werden, ob fungizide Beimischungen nicht ihrerseits weitere Gesundheitsschäden verursachen können.

Ein Auslüften bereits gereinigter, demontierbarer Teile im Freien und ein zeitlich begrenztes Aussetzen im Sonnenlicht kann zusätzlich sinnvoll sein.

Von der Verwendung handelsüblicher Schimmel-Bekämpfungsmittel aus dem Baumarkt (etwa Schimmel-Ex o.ä.) muß **dringend** abgeraten werden, weil hier teilweise (noch oder bereits wieder) Präparate im Handel sind, deren Wirkstoffe aufgrund gesundheitlicher Nebenwirkungen eigentlich nicht zugelassen sind.

Auch die Verwendung von borsäurehaltigen Stoffen (Borate, Borsäure-Ester, Borax) ist unbedingt kritisch zu hinterfragen. Ausgasungen dieser –auch gegen Anobienbefall noch immer wieder verwendeten– Substanzen können ggf. nachhaltige Schäden am Pfeifenmetall verursachen. Außerdem ist die häufig als »harmlos« deklarierte Substanz durchaus aggressiv und kann Haut- und Augenreizungen verursachen.

Beispiel: Schäden an der Prospektfront der Ehrlich-Orgel von 1771 in der Evang. Kirche Kirchensall (Dekanat Öhringen) im Jahre 1997. Hier war durch eine örtliche Malerfirma die (unsachgemäße) Anobienbehandlung der Schleierornamente durch Borsalz vorgenommen worden. Die Ausgasungen dieser Substanz verursachten eine umfangreiche Schwärzung der Oberflächen an den hochlegierten Prospektpfeifen mit 80% Zinnanteil.

- **Ermittlung der Ursachen für den Schimmelbefall**

Diese, häufig vernachlässigte Maßnahme sollte **unmittelbar nach Feststellung eines ersten Schimmelbefundes** beginnen, denn es ist zwecklos, nur den Schimmel zu beseitigen, ohne die Ursachen zu analysieren und ihnen dauerhaft zu begegnen. Da sowohl bauliche und raumklimatische Mängel in bisher allen Orgeln mit Schimmelbefall innerhalb der württ. Landeskirche die Hauptursachen waren, erfolgte hier in der Regel der erste Ansatz.

Allerdings kann die Analyse eines Raumklimas niemals momentbezogen sein, sondern muß mindestens den Zeitablauf eines ganzen Wetterjahres berücksichtigen. Nicht selten werden Maßnahmen allzu voreilig ergriffen, darum gilt:

Erst messen und analysieren, dann handeln!

Es hat sich in der Praxis als gut und richtig erwiesen, **vor** Einleitung von Maßnahmen, die in irgendeiner Form raumklimatisch relevant sind, Langzeitmessungen im Raum durchzuführen. Solche Messungen haben sich sowohl vor Orgel- und Raumrenovierungen und bei festgestelltem Schädlingsbefall (Schimmel, Anobien) ebenso bewährt als auch zur Ursachenermittlung von Störungen an Orgeln. Bei neuen Orgeln ist für die meist 10 Jahre oder länger eingeräumte Gewährleistung die Einhaltung vertraglich klar definierter Luftfeuchtwerte ohnehin von besonderer Bedeutung.

Für Langzeitmessungen wurden bislang häufig graphische Aufzeichnungsgeräte (Thermo/Hygrometer) verwendet, bei denen Meßpapier für die Laufzeit von entweder 7 oder 31 Tagen auf eine Trommel mit elektrischem Uhrwerk gespannt wurden (z.B. *31-Tage-Thermo/Hygrograph des Fabrikates Luft/Stuttgart für ca. 650 Euro*). Die durch Bimetall-Thermometer und Haarhygroskop ermittelten Daten werden dabei als Kurve mechanisch durch einen Meßschreiber auf das Papier übertragen. Diese Geräte messen sehr genau und zuverlässig, müssen jedoch regelmäßig betreut werden (Justierung, Neubespannen der Rollen). Ebenso müssen die aufgezeichneten Diagramme kontinuierlich gesammelt und ausgewertet werden.

Deshalb sind sie inzwischen durch eine neue, für den Restaurierungs- und Museumsbereich entwickelte Generation von Meßgeräten, den sogenannten **Datenloggern** für Temperatur und Luftfeuchte abgelöst worden. Geräte dieser Art sind wesentlich kostengünstiger als graphische Aufzeichner und trotzdem relativ genau. Ihre Vorteile sind die vor allem auch im Langzeitbereich möglichen, gut ablesbaren und auswertbaren Diagramme.

Datenlogger -kaum größer als ein Feuerzeug- werden von haltbaren Lithium-Batterien versorgt. Sie messen in kurzen Abständen automatisch die Klimawerte (Temperatur, relative Raumluftefeuchte, Taupunkt) und speichern sie bis zu einem Jahr. Die Meßdiagramme können dann über den USB-Anschluß mit jedem Windowsrechner (PC) abgelesen und ausgedruckt werden. Diese Meßgeräte sind inzwischen so exakt, daß selbst Veränderungen des Raumklimas durch eine ca. 10 Minuten lang offenstehende Kirchentür erfaßt werden können. Die Meßintervalle können eingestellt werden, wobei sich Intervalle unter ½ Stunde für die Dauer der Batteriekapazität weniger vorteilhaft auswirken.

Aufgrund dann vorliegender Diagramme kann die Heizungs- und Lüftungssituation in Kirchenräumen sehr konkret ausgewertet werden. Es wird empfohlen, ein Jahr lang sowohl die Sommer- als auch die Winterphase zu erfassen und erst dann ggf. Maßnahmen zur Verbesserung der Situation einzuleiten. Datenlogger sollten stets an den tatsächlich meßrelevanten Punkten aufgestellt werden. Bei Schimmel im Orgelbereich ist dies in der Regel das Orgelinnere in Höhe der Windladen bzw. des Pfeifenwerkes.

Die oben erwähnten Meßmethoden können relativ umfassend Aufschluß über die Grundtendenzen sowie entstehende Spitzenwerte beim Heizen und Lüften geben. Für eine wissenschaftlich exakte Analyse der gesamten raumklimatischen Situation unter Einbeziehung der Mauertemperaturen und des Außenklimas sind jedoch sogenannte Mehrkanal-Logger erforderlich. Mit ihnen können zusätzlich und simultan zusätzlich noch die Oberflächentemperaturen der Raumhülle zur Ermittlung des Taupunktes sowie Temperatur und Luftfeuchte außerhalb der Kirche gemessen werden. Geräte dieser Art sind dann allerdings auch deutlich teurer.

Bislang oft verwendete, billige **Zeigerhygrometer** (Haarhygrometer für ca. 10-20 Euro) haben sich leider in der Praxis überhaupt **nicht bewährt**. Sie können keine Daten speichern können und müssen fast wöchentlich neu justiert werden. Geschieht dies nicht, so geben sie meist **stark verfälschte** Werte an.

Auch modernste Datenlogger sind jedoch nicht in der Lage, **marginale Daten** zu erfassen. Über die meßtechnische Erfassung hinaus sollte deshalb zusätzlich eine Art

Tagebuch über besondere, klimarelevante Ereignisse geführt werden, etwa außergewöhnliche Dürre- oder Feuchtigkeitsperioden, Wassereintritte im Raum, Massenveranstaltungen, versehentliche Überheizung etc.

F. Ursachenbeseitigung

Nach Vorlage auswertbarer Meßdaten können entsprechende Maßnahmen zur Ursachenbeseitigung ergriffen werden. Verbesserungen der raumklimatischen Situation sollten vor allem im Zusammenwirken aller Beteiligten erörtert werden, nämlich mit:

- Vertretern/Vertreterinnen der Kirchengemeinde
- Mesnerinnen und Mesnern (Küster/Innen) als meist unmittelbar vor Ort handelnde Mitarbeiter
- Schimmelexperten
- Heizungsfirmen bzw. Wartungsfirmen der betreffenden Heizung bzw. Lüftung
- Kirchenmusikerinnen und Kirchenmusikern
- Bauberatung der Kirchenleitung und/oder Architekten der Kirchengemeinde, ggf. auch der Energieberatung der Kirchenleitung
- Orgelsachverständigen und zuständigen Orgelbauunternehmen (Wartungsfirmen)

Die verschiedenen Möglichkeiten zur Ursachenbeseitigung sind von Fall zu Fall völlig unterschiedlich und können deshalb hier nur stichwortartig genannt werden. Beim Einbau ganz neuer Heizungsanlagen sollte möglichst auf Herstellerfirmen mit besonderer Spezialisierung auf Kirchenräume und entsprechenden Erfahrungen zurückgegriffen werden.

In vielen Fällen haben sich aber bereits allein schon **geregelt, langsamere Auf- und Abheizvorgänge** als ebenso wirkungsvoll herausgestellt wie die grundsätzliche Verbesserung (und manchmal auch überhaupt der Beginn) einer **kontrollierten Lüftung**.

Während die geregelte Schaltung von Heizungsanlagen heute leicht und relativ kostengünstig durch hochwirksame Regelanlagen (thermostatgesteuerte Heizautomatik) vorgenommen werden kann, hapert es indessen an einer regelmäßigen und vor allem witterungsabhängigen Lüftung »von Hand« in vielen Fällen schon aus Personalgründen, wenn z.B. Mesnerin/Mesner (Küster/In) nur an Wochenenden verfügbar sind.

Daß es auch für die kontrollierte Lüftung inzwischen hervorragende, automatische Systeme gibt, ist immer noch wenig bekannt.

***Beispiel:** In der romanischen Stiftskirche Oberstenfeld gab es ganz erhebliche, durch mangelnde Lüftung hervorgerufene Feuchteprobleme, die vor allem zu massivem Anobienbefall führten. Hier hat das Land Baden-Württemberg als Kostenträger inzwischen ein automatisches Lüftungssystem einbauen lassen, welches zu einer nachhaltigen Verbesserung der Werte führte. Entsprechende Fühler messen Temperatur und Luftfeuchte sowohl innen wie außen und gleichen durch einen Rechner diese Werte entsprechend ab, sodaß bei günstigeren Außenwerten die Lüftungsklappen der Fenster durch dezente, kaum auffällige Stelleinheiten automatisch geöffnet und bei einer Umkehrung der Meßwerte wieder geschlossen werden. Die Anlage (System Infera) war übrigens relativ kostengünstig.*

Voraussetzung für solche Anlagen ist jedoch, daß überhaupt **Lüftungsklappen** in einigen Fenstern vorhanden sind, was vielerorts leider immer noch nicht der Fall ist. Außerdem ist eine Verkleidung der Lüftungsöffnungen durch Vogelnetze erforderlich. Noch besser ist ein engmaschiges Gitter, welches auch das Eindringen der Nagekäfer (Anobien) in ihrer Flugzeit (Mai-Juni) verhindert.

Nach allen bisherigen Erfahrungen in der Praxis muß mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß klimatische Problemsituationen in Kirchenräumen -und damit auch an Orgeln- nicht nur durch falsches Heizverhalten, sondern mindestens ebenso häufig, wenn nicht sogar noch häufiger durch fehlendes oder mangelhaftes Lüften verursacht werden.

G. Sicherheitsaspekte

In der Praxis werden Kirchenmusiker, Orgelbauer und Orgelsachverständige meistens völlig unvorbereitet mit Schimmelbefall konfrontiert, wenn sie zur Stimmung oder Untersuchung das Innere des Instrumentes betreten. Schutzmaßnahmen zu Verminderung gesundheitsgefährdender Risiken können in diesem Fall kaum vorher eingeleitet werden.

Schimmelbefall kann sehr unterschiedlich auftreten: Von wenigen Feuchtespuren (sogenannten »Stockflecken«) bis hin zu großflächigem Myzelbewuchs.

Falls bei einer solchen Erstuntersuchung Schimmelbefall in größerem Ausmaß erkannt werden sollte, werden die nachfolgend aufgeführten Sicherheitsmaßnahmen empfohlen:

- Windanlage sofort ausschalten, sonstige Windverwirbelungen (Zugluft, rasch zugeschlagene Türen und Klappen) vermeiden.
- Schimmel möglichst nicht berühren.
- Für Orgelbauer und Sachverständige: Solange unklar ist, um welche Schimmelarten es sich handelt, wird empfohlen, **je nach Befallsdichte und räumlichen Verhältnissen** im Instrument die weitere Erstuntersuchung nur mit entsprechender Schutzkleidung durchführen. Eine sogenannte Staubschutzmaske aus dem Baumarkt ist völlig ungeeignet. Zu empfehlen ist dagegen eine Atemschutzmaske (Halbmaske) der Sicherheitsklasse P2 oder P3 (z.B. Fabrikat Draeger), ein Einweg-Schutzanzug mit Kapuze der Kategorie III, (z.B. Fabrikat Dupont) und Einmal-Latexhandschuhe (über Apotheken) sowie Einmal-Überschuhe.
- Weitere Berührung des Schimmels vermeiden. Gebrauchte Schutzkleidung nicht im Raum ausschüttern, vorsichtig in Plastiksäcke einpacken und im Restmüll entsorgen. Atemschutzmasken regelmäßig desinfizieren und Filter erneuern.

Sollte doch eine Berührung mit dem Schimmel erfolgt sein, wird geraten, die Hände mit einem handelsüblichen Hand-Desinfektionsmittel (z.B. »Sterillium classic pure«) abzureiben und bei der nächsten Möglichkeit gründlich mit Wasser und Seife zu waschen.

- Falls ein wirklich extremer Befall in Ausdehnung und Intensität von Kategorie 3 festgestellt wird, sollte ggf. das Instrument vorläufig nicht benutzt und die Umgebung (z.B. Empore) zunächst abgesperrt werden, bis weitere Analyseergebnisse vorliegen.

- Unbedingt qualifizierte Fachleute hinzuziehen, bei besonders starkem oder großflächigen Befall ggf. auch das jeweilige Landesuntersuchungsamt.

H. Zusammenfassung

- Die Entstehung von Schimmelpilz in Pfeifenorgeln ist ein ernstzunehmender Vorgang, der über seine erste Feststellung hinaus einer gründlichen, weitergehenden Analyse bedarf. Schimmel entsteht durch die **Bildung eines Kleinklimas** im Orgelinneren und eine damit verbundene Überfeuchtung der Materialoberflächen von >80%.
- Als **Hauptursache** für die Schimmelbildung in Orgeln kann in nahezu allen bisher bekannten Fällen die **falsche Beheizung und Belüftung** des Raumes genannt werden. Weitere Ursachen können auch übertriebene oder falsch eingeleitete Isolierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung (Wärmedämmungen) sein.
- Einige bestimmte Schimmelarten **können in ungünstigen Fällen** allergen, toxisch oder infektiös wirken und daher Gesundheitsschäden verursachen.
- Nach Vorliegen entsprechender Analysen über Ausdehnung, Dichte und Art des Befalls **müssen weitergehende Maßnahmen** eingeleitet werden. Dazu gehört neben einer fachgerechten Entfernung des Befalls vor allem auch die Ermittlung und Beseitigung der **Ursachen**.
- In vielen Fällen hat sich eine **Beobachtung des Raumklimas** durch Langzeitmessung von Temperatur und Luftfeuchte dabei als hilfreich erwiesen.

Schimmeluntersuchungen und Schimmelentfernung sollten ausschließlich durch qualifizierte Fachbetriebe durchgeführt werden. Da Pfeifenorgeln sehr komplexe und empfindliche Instrumente sind, sollten in allen Fällen sowohl der verantwortliche Orgelsachverständige als auch der zuständige Orgelbaubetrieb beteiligt sein.

© Burkhardt Goethe 2011

Der Inhalt der vorstehenden Fassung entspricht dem derzeit aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand. Ältere Fassungen sind daher ungültig. Der Abdruck und besonders auch die Übernahme und Verbreitung in elektronischen Medien sind nur nach ausdrücklicher Genehmigung durch den Verfasser gestattet. Sämtliche vorstehend genannten Aussagen zur Schimmelanalyse und Schimmelbekämpfung sind rechtlich unverbindlich und von Haftungsansprüchen jeglicher Art ausgeschlossen.

I. Schimmel in Orgeln - Literatur und Quellen

- Arendt, Claus: Feuchte und Salze in Gebäuden, Leinfelden 2001 (Alexander Koch) - ISBN: 3-874-226636-0
- Arendt, Claus: Raumklima in großen historischen Räumen, Köln 1993
- Baumann, Lutz: Merkblatt für Kirchenheizungsanlagen mit Feuchtevorschlaltung 2009
in: <http://deutscher.orgelbau.de/medien/Merkblatt-Luftfeuchte.pdf>
- Gabrio, Thomas: Gefahren durch Schimmelpilze, Reihe Technik im Dialog (Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg), in:
<http://marvin.bibliothek.uni-augsburg.de/landesgr/ndsbre/nachlese/schimmel1.pdf>
- Hankammer, Gunter u. Lorenz, Wolfgang: Schimmelpilze und Bakterien in Gebäuden, o.A. 2007, ISBN: 978-3-481-02330-0
- Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg: Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen. Stuttgart 2004
- Mücke, Wolfgang und Lemmen, Ch.: Schimmelpilze, 2.Aufl., Landsberg 2000 - ISBN: 3-609-68000-9
- Petersen, Karin: Schimmelpilze auf Papier, Tönning 2006 – ISBN 3-89959-431-2
- Rauch/Miklin/Harmssen (Hg) Schimmel – Gefahr für Mensch und Kulturgut durch Mikroorganismen, Beiträge Tagung 2001, hg. vom Verband der Restauratoren, Stuttgart 2004 – ISBN 978-3-8062-1925-8
- Reiß, Johann: Wann wächst Schimmel? Reihe Technik im Dialog (Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg)
in: www.bib-info.de/landesgr/nds_bre/nachlese/schimmel1.pdf
- Reiß, Johann: Schimmelpilze. Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung. Berlin/Heidelberg/New York 1986 (Springer)
- Schmelz, Ulrich: Pilzbefall im Orgelbau
in: www.safer-world.org/d/lit/schmelz.htm
- Unger, Wibke: Nahrung und Klima als entscheidende Faktoren für Angriff, Bestand und Ausbreitung holzerstörender Insekten und Pilze in Baudenkmalern
in: Arbeitshefte des bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Bd. 75, München 1995
- Umweltbundesamt: Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelwachstum in Innenräumen. Umweltbundesamt Dessau 2005, 70 Seiten (kostenlose download-Fassung über: www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2951.pdf)

K. Empfohlene Meßgeräte:

Datenlogger für Temperatur und Luftfeuchte - neueste Generation (Aktualisierung März 2011)

Seit 2008 ist eine neue Generation von Datenloggern auf dem Markt, die nicht nur Temperatur und Luftfeuchte, sondern auch den Taupunkt aufzeichnet und dabei ganz wesentlich preisgünstiger und auch handlicher ist. Die Geräte sind nicht größer als ein Feuerzeug und werden in einer Halterung an oder in der Orgel montiert. Sie haben einen fest eingebauten USB-Stecker, können also völlig problemlos entnommen und an jedem Window-PC ausgelesen werden.

Geräte dieser Art sind z.B. bei Fa. Weiblen in Owingen (www.weiblen.de) zu beziehen:

- **Th/Hygro USB Datenlogger, Art. Nr. 31095, Preis 76,76 € brutto**

oder bei Fa. Conrad-Elektronik

- **Voltcraft DL-120 Th, Preis 59,95 € brutto**
- **Lascar EL-USB 2, Preis 89,25 € brutto**
(Preisstand jeweils 2010)

Es ist jedoch zu beachten, daß alle genannten Gerätetypen nur die raumklimatische Situation messen und nicht vor Schimmelbildung schützen!

Nachwort

Eine erste Fassung dieser Schrift entstand 2007 als Referat anlässlich einer Tagung der Vereinigung der Orgelsachverständigen (VOD) im Kloster Drübeck/Harz. Bereits seit 2005 war in im Bereich der württembergischen Landeskirche ein rapide zunehmender Schimmelbefall in Orgeln festgestellt worden. Die Orgelsachverständigen waren auf diese Situation kaum vorbereitet und der Verfasser mußte zunächst mühsam unterschiedliche Fachaussagen und Erfahrungswerte zusammentragen. Im Verlauf der Folgejahre kamen weitere, neue Erkenntnisse dazu, sodaß bereits 2009 und 2010 der Text entsprechend abgeändert und dem jeweils aktuellen Kenntnisstand angeglichen wurde. Dazu zählte auch die Weiterentwicklung der vorgestellten Meßgeräte.

Sowohl der jeweilige Stand der wissenschaftlichen Forschung, als auch die jeweils aktuellen Untersuchungsmethoden und Verfahrenswege unterliegen zwangsläufig einer zeitlichen Fortschreibung.

Die vorstehende Schrift erhebt daher weder den Anspruch auf Vollständigkeit, noch auf eine absolut verbindliche Beschreibung von Untersuchungen und Verfahren, sondern soll lediglich eine -aus der Praxis entstandene- Hilfestellung für den Umgang mit dem schwierigen Thema geben. Mit dieser Zielsetzung ist sie vor allem für die Verwendung durch Kirchengemeinden, Orgelsachverständige und Orgelbauer gedacht. Vor allem die Kirchengemeinden sind mit dem Thema Schimmel häufig überfordert. Aus diesem Grunde ist eine verantwortungsvolle und kompetente Beratung hier besonders wichtig.

Alle bisherigen Erfahrungen haben überdies gezeigt, daß es bei schimmelbefallenen Orgeln zunächst darum gehen sollte, einen kühlen Kopf zu bewahren und die Situation weder zu dramatisieren, noch zu bagatellisieren. Eine weitere Erfahrung zeigt, daß mit der enormen Zunahme von Schimmel auch die Zahl mancher »Experten« steigt, die für sehr viel Geld

»Komplettsanierungen« anbieten und die sich häufig an alleroberster Stelle im Internet finden. Um die Adressen wirklich seriöser Anbieter zu finden, muß man meist länger suchen....

Nach wie vor sind in Sachen »Orgel« noch immer die mit der Wartung eines Instrumentes betreuten Orgelbaufirmen der wichtigste Ansprechpartner. Daher ist es ein besonderes Anliegen der Orgelberatung innerhalb der Evang. Landeskirche Württemberg, mit den Orgelbaumeistern im Gespräch zu bleiben und einen fruchtbaren Austausch über Untersuchungs- und Verfahrensmethoden zu pflegen. Dazu möge diese kleine Schrift ebenso dienen, wie hoffentlich noch weitere Veröffentlichungen anderer, in der Sache noch kompetenterer Autoren.

Schwäbisch Hall, März 2011

KMD Burkhard Goethe
Orgelsachverständiger

Burkhard Goethe

wurde 1948 in Detmold geboren und wuchs in Wilhelmshaven auf. Nach dem Schulbesuch absolvierte er dort zwei dreijährige Lehren (Tischler- und Orgelbauhandwerk) in der Orgelbauwerkstatt Alfred Führer. Von 1969 bis 1971 wirkte er bei der Restaurierung historischer Orgeln in Ostfriesland mit. Nach Wanderjahren als Orgelbauer in Holland, Belgien und Deutschland studierte er von 1973 bis 1978 Kirchenmusik in Esslingen und Stuttgart. Seit 1976 lebt Burkhard Goethe in Schwäbisch Hall, wo er zunächst als Kirchenmusiker tätig war und seit 1982 einziger hauptamtlicher Orgelsachverständiger der Landeskirche für den Bereich Nord-württemberg ist. Besonderer Schwerpunkt ist hier die Erstellung von Restaurierungskonzepten für historische Orgeln. Seit 1992 hat Goethe einen Lehrauftrag für Orgelbaukunde an der Staatlichen Musikhochschule Freiburg und wirkte an der Entstehung der württembergischen Fassung des Evang. Gesangbuches mit. 1994 wurde ihm der Titel Kirchenmusikdirektor verliehen. Darüber hinaus bildet er in jährlichen Kursen Orgelsachverständige aus. 1998-2002 war er Mitglied der Prüfungskommission für Restauratoren im Orgelbau bei der Handwerkskammer Stuttgart. Im Rahmen seiner künstlerischen Entwurfstätigkeit als Orgelarchitekt gestaltete Burkhard Goethe seit 1978 über 85 Orgeln zwischen Finnland und Portugal, darunter etwa die Instrumente für St.Marien/Lübeck (neue Totentanzorgel) und die Kathedralkirche St.Sebastian in Magdeburg. Gestalterisches Anliegen ist dabei stets die Durchdringung von innen nach außen -also Klang, Technik und Prospekt- bei gleichzeitiger, proportionaler Einbindung der Orgel als Teil des Raumes und seiner Architektur. Seine Entwürfe sind einem zeitlos-traditionellen Stil verpflichtet. Mit dem Thema »Schimmel in Orgeln« hat sich der Orgelsachverständige seit der rapiden Zunahme von Schimmelbefall ab 2005 in den Instrumenten seiner Dienstbereiche auseinandergesetzt.