



Universität Stuttgart



IGF-Forschungsvorhaben 18891 BG

Entwicklung technischer Verfahren zur Vermeidung der biogenen Schadstoffbelastung in Kirchenorgeln

Durchgeführt von:

Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD)

Projektleitung: Dipl.-Biol. Katharina Plaschkies

Universität Stuttgart, Institut f. Gebäudeenergetik, Thermotechnik u. Energiespeicherung

Projektleitung: Dr.-Ing. Tobias Henzler

Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmalen in Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V.

Projektleitung: Dipl.-Ing (FH) Thomas Löther

Laufzeit: 01.01.2016 bis 31.12.2018

Einleitung und Zielstellung

Seit Jahren wird an Kirchenorgeln ein zunehmender Schimmelpilzbefall beobachtet. Ursachen sind ungünstige Raumklimabedingungen in den Kirchen mit zeitweise hohen Materialfeuchten in Kombination mit anfälligen Materialien und Staubablagerungen.

Schimmelpilze können zur Material- und technischen Schädigung des Instrumentes bis zur Unbrauchbarkeit führen. Zudem ist eine gesundheitliche Gefährdung nicht auszuschließen. Trotz weitgehend bekannter Ursachen stehen bislang keine universell anwendbaren Präventionsmaßnahmen zur Verfügung, die in Bezug auf Denkmalschutz, Ökologie und Wirtschaftlichkeit vertretbar sind. Aufgrund der Sensibilität der Orgelmaterialien Holz und Leder sind herkömmliche Verfahren zur Senkung der Luftfeuchte nur eingeschränkt anwendbar.

Im Projekt wurden in mikrobiologischen und praxisnahen Versuchsreihen wurden Möglichkeiten und Grenzen von präventiven technischen Maßnahmen erfolgreich aufgezeigt.

Das Ziel war die Beurteilung ausgewählter Verfahren zur Schimmelpilzprävention in Orgeln anhand theoretischer Betrachtungen, rechnergestützter Simulation sowie labortechnischer und praktischer Untersuchungen. Technische Maßnahmen wurden unter Berücksichtigung der Wirksamkeit, der praktischen Anwendbarkeit, des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sowie von wirtschaftlichen Aspekten bewertet.

Vorgehensweise

Als Referenzobjekte wurden vier Kirchen im Dresdner Raum und in Ostsachsen, deren Orgeln einen Schimmelpilzbefall in unterschiedlicher Ausprägung aufwiesen, ausgewählt. Im Zeitraum Mai 2016 bis Dezember 2018 erfolgten durch das IDK Klimamessungen in verschiedenen

Orgelbereichen, um Rückschlüsse auf kleinklimatische Bedingungen in der Orgel in Abgrenzung zum Kirchenraum zu ziehen. Die Daten flossen in ein vom IGTE mit ANSYS erstelltes numerisches Simulationsmodell ein, in welchem Orgelbauteile als strömungstechnische Einzelmodelle abgebildet und mathematisch diskretisiert wurden. Die Rechenetze der Einzelmodelle wurden unter Verwendung der Klimadaten optimiert und Netzunabhängigkeitsstudien durchgeführt. Durch Kopplung der einzelnen Bauteilnetze wurde ein Gesamtmodell des pneumatischen Systems der Orgel erzeugt und überprüft.

Am IHD erfolgten die konventionelle und molekularbiologische Pilzdiagnostik sowie Untersuchungen zu Ansprüchen und Sensivität der dominierenden Pilzarten gegenüber UV-Strahlung und Luftbewegung. Feuchtetechnische Eigenschaften von Holz wie Wasseraktivität und Holzfeuchte wurden in Zusammenhang mit der materialspezifischen Schimmelpilzanfälligkeit gebracht.

In den Referenzobjekten wurden die Wirkung von Absorbervliesen zur Pufferung von Feuchtespitzen, eines kombinierten Luftreingers zur Senkung der Sporen- und Staubkonzentration sowie einer speziellen Belüftungsanlage zur besseren Durchlüftung und Entfeuchtung erprobt.

Ergebnisse

Bei den Messungen wurden keine klimatischen Bedingungen ermittelt, die das Auftreten von Schimmelpilzbefall begründen würden. So lag die relative Luftfeuchte an den Oberflächen nur in den Wintermonaten zeitweise deutlich oberhalb von 75 % bei meist niedrigen Temperaturen von $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, während sie in den Sommermonaten 60 % nur selten überstieg. Allerdings fiel der extrem trockene Sommer 2018 in den Untersuchungszeitraum. Prinzipiell können Schimmelpilze ab einer relativen Luftfeuchte von 75 % wachsen, wobei diese Bedingung über viele Wochen erfüllt sein muss. Das war in keinem der untersuchten Bereiche der Fall.

Erstmalig wurden im Modell Luftströme in Orgelbauteilen visualisiert und Einflüsse der Umgebungsbedingungen genau abgebildet. Die Simulationsrechnungen ließen in den Einzelmodellen als auch im Gesamtmodell des pneumatischen Systems Zonen mit erhöhtem Befallsrisiko erkennen (Abb. 1).

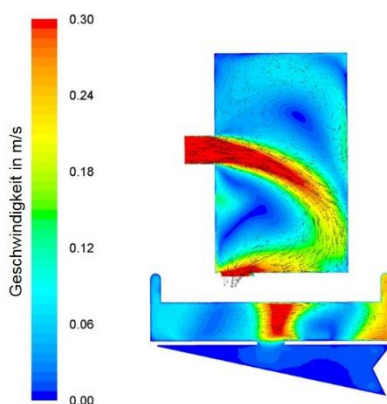


Abb. 1: Modell eines Balges mit visualisierten Luftströmungen bei $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ Zuluft- und Oberflächentemperatur (IGTE)

Als dominierende Pilzarten wurden in den Referenzobjekten Vertreter der *Aspergillus-glaucus*-Gruppe identifiziert, die eine relativ geringe Empfindlichkeit gegenüber UV-Strahlung und Luftbewegung zeigten. So blieben Luftgeschwindigkeiten von bis zu 1,7 m/s ohne erkennbaren Einfluss. Im Vergleich dazu lagen die gemessenen Luftgeschwindigkeiten im Bereich zwischen 0,04 und 0,2 m/s mit Spitzen bis zu 1,9 m/s. Der starke Oberflächenbefall in der Orgel führte nicht zu einer hohen Sporenbeladung der Luft. An typischen Hölzern im Orgelbau (Fichte, Kiefer, Eiche und Birne) mit und ohne Beschichtungen waren unter denselben Klimabedingungen trotz unterschiedlicher Holzfeuchte und Anfälligkeit für Schimmelpilze nur marginale Unterschiede der Oberflächenfeuchte (Wasseraktivität) messbar. Das zeigt, dass die Oberflächenfeuchte maßgeblich vom Umgebungsklima und weniger vom Material beeinflusst wird. Die Erprobung eines kombinierten Luftreinigers aus Filtersystem, UV-Strahler und Ionisator zeigte Tendenzen einer staub- und mikroorganismenreduzierenden Wirkung, während die Anwendung von Absorbervliesen sich nicht nennenswert auf das Klima auswirkte. Erfolgversprechend war die speziell für Orgeln konzipierte Lüftungsanlage mit Filter, da diese zur Luftdurchmischung führte und so feuchte Bereiche verhindert.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 18891 BG der Forschungsvereinigungen Trägerverein Institut für Holztechnologie Dresden e.V. (TIHD) und Verein der Förderer der Forschung im Bereich Heizung, Lüftung, Klimatechnik Stuttgart e.V. (HLK) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Der vollständige Bericht kann bestellt werden bei:

Trägerverein Institut für Holztechnologie Dresden e. V.
Zellescher Weg 24
01217 Dresden