Luftbefeuchtung

Gesundes Klima durch biozidfreie Desinfektion

Luftbefeuchtung im Germanischen Nationalmuseum, Nürnberg

Frank Stolpmann, Nürnberg
Jan Koppe, Schkopau/Merseburg
Fred Stenzel, Celle

Museale Kunstwerke sind in besonderem Maße vor Angriffen durch Oxidationsmittel – und zugleich auch vor Mikrobiologie wie Keimen und Schimmelpilzen – zu schützen. Ebenso hohe Priorität hat der Gesundheitsschutz für Besucher und Mitarbeiter im Museum. Mit einer lichtinduzierten Katalyse wurde im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg eine effiziente und wartungsarme Möglichkeit zum hygienischen Betrieb von Umlaufsprühbefeuchtern gefunden.



Das Germanische Nationalmuseum (GNM) in Nürnberg ist das größte Museum zur Kultur, Kunst und Geschichte des deutschsprachigen Raums von der Frühzeit bis zur unmittelbaren Gegenwart. Es beherbergt rund 1,3 Mio. Objekte

Der Luftwäsche und Luftbefeuchtung kommt beim Schutz von Exponaten und Museumsbesuchern eine Schlüsselrolle zu (**Bild 2**). Außenluft enthält pro Kubikmeter einige Tausend Bakterien und Pilze. Hinzu kommen in verkehrsreichen Gegenden nitrose Gase aus Dieselfahrzeugen. Angesaugte Außenluft muss entsprechend gefiltert, befeuchtet und thermodynamisch aufbereitet werden. Ein auf Kunstwerke und Besucher optimal abgestimmtes Befeuchtungsergebnis wird mit einem Umlaufsprühbefeuchter erzielt. Hierbei erfolgt eine differentielle Verdunstung des versprühten Befeuchterwassers (ca. 1 %), so dass im Ergebnis die Luft optimal befeuchtet ist. Die restlichen 99 % Wasser dienen der Luftwäsche. Hierbei werden Staub, nitrose Gase, Bakterien und Pilze ausgewaschen, verbleiben zunächst im Befeuchterwasser und werden dann mit der Abschlämmung ausgetragen. Gegenüber dem alternativ genutzten Hochdruckbefeuchtern bietet der Umlaufsprühbefeuchter (**Bild 3**) folgende Vorteile:

- größere Tröpfchengröße
  —> d.h. angenehm frische Luft
- geringere Betriebskosten
- geringere Wartungskosten

Auswirkungen von Fouling und Scaling in RLT-Systemen

Problematisch ist es, wenn es im Umlaufsprühbefeuchter zur Ablagerung organischer Feststoffe (Fouling) und unlöslicher Salze (Scaling) kommt. Die Folgen sind:

- starkes mikrobiologisches Wachstum im Biofilm
- verbunden mit der Gefahr der verstärkten mikrobiologischen Belastung der befeuchteten Luft
- bei gleichzeitiger Beeinträchtigung des Sprühbildes und somit negativer Beeinflussung der Befeuchtungsrate.

Schimmelpilze sind für museale Exponate (**Bild 4**) kritisch, da sie von Natur aus dazu bestimmt sind, tote Organik – wie Holz, Papier, Textilien – zu verstoffwechseln. Dies kann irreparable Schäden bis hin zum Total-Verlust von Exponaten zur Folge haben. Für Menschen ist die Wirkung mikrobieller Belastungen nicht weniger kritisch, da sie Auslöser von Hautkrankheiten bis hin zu schweren Atemwegserkrankungen sein können. Daher sind in der Biostoffverordnung Vorgehensweisen zum Umgang und Arbeiten mit mikrobiellen Stoffen beschrieben. Der Einsatz von Bioziden verbietet sich an dieser Stelle, da Biozidreste mit der befeuchteten Raumluft

Autoren

Frank Stolpmann, Technisches Büro Germanisches Nationalmuseum, Nürnberg.

Jan Koppe, Leiter Neuentwicklungen, MOL Katalysatortechnik GmbH, Schkopau/Merseburg.

Fred Stenzel, Produkt Manager, Berkefeld / VWS Deutschland GmbH, Celle.

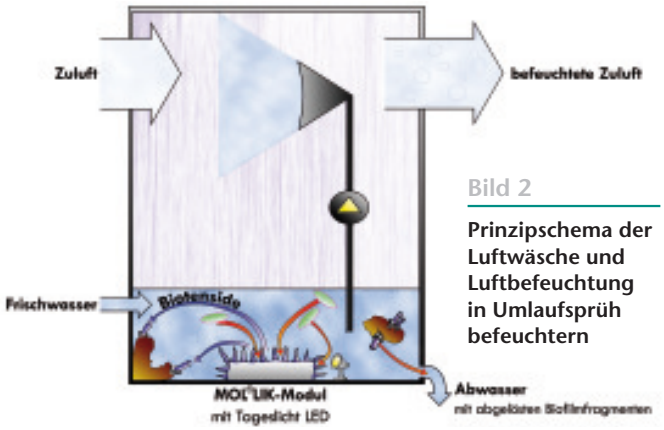


Bild 2

Prinzipschema der Luftwäsche und Luftbefeuchtung in Umlaufsprüh befeuchtern



Bild 3

Umlaufsprüh-befeuchter – Innenansicht mit Sprühdüse



Bild 4

Museale Exponate, wie hier in einem Ausstellungsraum des GNM, müssen u. a. vor Schimmelpilzen geschützt werden

	MOL®LIK
Wirkung auf Mensch, Umwelt & Natur	Keine unerwünschten Nebenwirkungen für Mensch, Umwelt & Natur
Sicherheits-vorkehrungen	Es müssen keine zusätz-lichen Sicherheitsvorkeh-rungen getroffen werden.
Betriebskosten	~ 75 Wh/d
Wirkprinzip	Festkörperkatalysator & Tageslicht Verhinderung von hygienisch bedenklichem Keimwachstum
Depotwirkung	JA
Freie Keime	< 1 000 KBE/ml (Rohstoff für Biotenside)
Biofilm-eliminierung	JA
Rückstands-freiheit	JA vollständig rückstandsfrei

Tabelle 1

Darstellung der Lichtinduzierten Katalyse zur mikrobiellen Behandlung von Umlaufsprühbefeuchtern

auf die Exponate gelangen könnten. Daneben erfordert der Umgang mit Bioziden aufwendige Vorkehrungen, die speziell in der Gefahrstoffverordnung geregelt sind.

Werden die bei der konventionellen, chemischen Desinfektion und Biofilmbekämpfung abgetöteten Bakterien nicht schnell genug aus den Anlagen entfernt, entstehen über Zersetzungsprozesse verstärkt schädliche Endotoxine. In raumlufttechnischen Systemen können diese über mitgerissene Wassertröpfchen in die Zuluft der Räume gelangen und werden dort – zusammen mit den Rückständen der aggressiven Chemikalien – eingeatmet. Die dadurch hervorgerufenen Beschwerden sind unter der Bezeichnung „Sick-Building-Syndrom“ bekannt.

Zur Minimierung der mikrobiellen Belastung werden regelmäßige, mechanische Reinigungen der Umlaufsprühbefeuchter von Ablagerungen vorgenommen. Der Aufwand hierfür ist erheblich. In Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad ist das Abstellen des Umlaufsprühbefeuchters über einen Zeitraum von mitunter mehr als acht Stunden unumgänglich, damit eine umfängliche Entfernung – insbesondere von Biofilmfragmenten – sichergestellt werden kann. Eine längere Abschaltung der Luftbefeuchtung führt jedoch unter Umständen zu einer Absenkung der Luftfeuchte in dem betreffenden Gebäudeteil und bedeutet daher neben einem Risiko für museale Exponate eine Einschränkung der Luftqualität.

Funktionsweise der chemiefreien Desinfektion mit MOL®LIK

Die lichtinduzierte Katalyse ermöglicht es, Biofilme abzulösen, deren Neubildung zu unterbinden und somit den Reinigungsaufwand deutlich zu reduzieren. Hierbei werden die bei der Dissoziation des Wassers gebildeten H^+- und ^-OH-Ionen an der Oberfläche von speziellen nanostrukturierten Oxygen Alloys (NOAs) in kleinsten Mengen Wasserstoff und sowie Eisen(II)-Hydroxyl-Komplexe umgewandelt. Frei im Wasser befindliche Keime und Schimmelpilze werden durch diese Eisen(II)-Hydroxyl-Komplexe – in Gegenwart von sichtbarem Licht (z. B. durch Tageslicht-LEDs) – oxidiert und dabei in sogenannte „Biotenside“ umgewandelt. Die so gebildeten, gesundheitlich unbedenklichen Biotenside lösen den arteigenen Biofilm im gesamten Umlaufsprühbefeuchter ab.



Bild 6

Umlaufsprühbefeuchter nach zwei Jahren Betrieb gemäß VDI 6022. Selbst das Düseninnere zeigte keinerlei Ablagerungen

	Konventionelle Behandlung	MOL®LIK
Mikrobiologisch bedingter Energiebedarf	Kein Datenmaterial vorhanden	Nicht vorhanden
Mikrobiologisch bedingter Wartungsaufwand	Intensive, manuelle Reinigung alle 2 bis 4 Wochen mit 12 bis 16 Mannstunden je Gerät	Intensive, manuelle Reinigung alle 6 Monate mit 3 bis 4 Mannstunden je Gerät
Weitere Vorteile	Kein Datenmaterial vorhanden	Nachhaltige Verminderung Keimzahl, Schimmel- & Hefepilze
Arbeitsschutz	Mikrobielles Gefährdungspotential	Steigerung der Sicherheit am Arbeitsplatz

Tabelle 2

Umlaufsprühbefeuchter – Gegenüberstellung von Behandlungsmöglichkeiten

Dabei können im Gegensatz zu konventionellen Verfahren keine unerwünschten Neben- oder Folgeprodukte wie Endotoxine entstehen (**Tabelle 1**). Die unbedenklichen Biotenside verteilen sich im gesamten Wasserkreislauf und entfernen Biofilme selbst in großer Entfernung zum Katalysator effektiv. Die abgelösten Biofilmfragmente sind unschädlich und zu groß, um beispielsweise mit der Zuluft von raumluftechnischen Anlagen mitgetragen zu werden. Sie verbleiben im Befeuchterkreislauf und können gefahrlos abgeschlämmt werden. Da der Biofilm als wesentliche Ursache für mikrobiologische Vermehrung entfernt wird, hält die desinfizierende Wirkung lange an. Darüber hinaus werden Werkstoffoberflächen vor mikrobiell induzierter Korrosion geschützt und der Reinigungsaufwand merklich vermindert.

Umsetzung des Projekts

Im Germanischen Nationalmuseum werden insgesamt 85 500 m³/h Luft befeuchtet, zum überwiegenden Teil mit sechs Umlaufsprühbefeuchtern (Fabrikat: Unitech) sowie außerdem mit zwei Hochdruckbefeuchtern (Fabrikat: Michelbach).

Die mittels Umlaufsprühbefeuchter befeuchtete Luft wird für folgende Bereiche benötigt:
- Depot Wechselausstellung
Luftdurchsatz: 3 475 m³/h
- Große Wechselausstellung
Luftdurchsatz: 30 200 m³/h
- Kleine Wechselausstellung
Luftdurchsatz: 5 800 m³/h
- Aufseß-Saal Luftdurchsatz:
24 810 m³/h
- Zentrale Dokumentation
Luftdurchsatz: 1 830 m³/h
- ID PrimärLuftdurchsatz: 4 800 m³/h

Ein erster Einsatz der lichtinduzierten Katalyse (MOL®LIK-Technologie) begann im April 2010 im Umlaufsprühbefeuchter für den Aufseß-Saal[1)], der für Veranstaltungszwecke genutzt wird. Dieser Umlaufsprühbefeuchter verfügt über 24 Düsen, durch die 26,4 m³/h Wasser mit einem Druck von 2,5 bar gesprüht werden.

Bis zu diesem Zeitpunkt erfolgte am Umlaufsprühbefeuchter eine periodische Reinigung mittels Hochdruck. Eingesetzt wurde nun ein MOL®LIK-M 300RS -Katalysatormodul mit einem Gewicht von 4,7 kg. Die Beleuchtung der Katalysator-Folien erfolgte für jeweils 12 Stunden täglich mit Tageslicht-LED-Modulen mit einer Leistungsaufnahme von ~ 75 Wh/d.

Das MOL®LIK-Modul wurde in die Wanne des Umlaufsprühbefeuchters eingelegt. Die Tageslicht-LEDs werden zeitschaltgesteuert über einen Trafo mit elektrischer Energie (12 V DC) versorgt. Die Zeitschaltuhr befindet sich außerhalb des Umlaufsprühbefeuchters und ist jederzeit gut zugänglich.

Auswirkungen

Mit dem Start der lichtinduzierten Katalyse wurde der Aufwand für die zeitintensive mechanische Reinigungen um rund 90 % reduziert. Gleichzeitig wurde der Zeitraum der Abschaltung des Umlaufsprühbefeuchters auf weniger als drei Stunden reduziert. Benötigt wurde lediglich eine elektrische Leistung von 75 Wh/d. Aufgrund der positiven Ergebnisse erfolgte Anfang 2011 die Ausrüstung der verbliebenden Umlaufsprühbefeuchter mit der MOL®LIK-Technologie.

Nach mehr als zweijähriger Erfahrung mit der dieser Technologie wurden die in **Tabelle 2** dargestellten Effekte beobachtet.
Der mikrobiologische Zustand ist:
- Abbaurate Fouling (Biofilm): 100 %
- Abbaurate Schimmelpilze: 100 %
- Abbaurate sonstige Mikrobiologie: 99,9 – 100 %

Weitere Effekte:
- Verringerung Abstellzeit: 90 %
- Verringerung Reinigungsaufwand: 90 % (**Bild 6**)

Fazit

Insgesamt wurde eine Reduzierung der Betriebskosten für die Luftbefeuchtung um rund 92 % erzielt. Scaling oder Fouling sind nicht feststellbar. Dieser Zustand hält unvermindert an. Bei Einsatz externer Dienstleistungen für die Reinigungen würde sich hier eine Amortisationszeit von knapp drei Jahren ergeben.

[1)] Benannt nach Hans Freiherr von und zu Aufseß, geb. 07.09.1801, gest. 06.05.1872, Gründer des Germanischen Nationalmuseums (1852) und (bis 1862) erster Vorstand.