

Wohlfühlklima für Mumien

Klima- und Luftbefeuchtungstechnik für Museen

„Die neuen Klimaanlage mit den konstanten Klima- und Luftfeuchtwerten in den Ausstellungensräumen sind die Voraussetzung dafür, dass wir in Zukunft wettbewerbsfähig bleiben und attraktive Ausstellungen und wertvolle Leihgaben nach Hamm holen können“. Diese Aussage der Leitung des Gustav-Lübcke-Museums unterstreicht die enorme Bedeutung einer modernen Klimatechnik für den Betrieb von Museen. Die Anlagen mit mehreren Befeuchtungslösungen wurden bei einer groß angelegten Modernisierung des Museums installiert.

Das Gustav-Lübcke-Museum im westfälischen Hamm (**Bild 1**) wurde 1993 eröffnet. Namensgeber ist der Düsseldorfer Kunsthändler Gustav Lübcke, der 1917 seine Kunstsammlung an seine Heimatstadt übergeben hat und so zum Gründungsvater des Museums wurde. Heute umfasst das Museum eine Fläche von rund 4 000 m² für Dauer- und Wechselausstellungen. Dazu gehören die Themenbereiche Ägyptische Kunst, eine Antikensammlung aus der griechischen und römischen Zeit, Exponate der Stadt- und Regionalgeschichte, Angewandte Kunst, Malerei des 20. Jahrhunderts, eine Sammlung mit 30 000 Münzen aus allen Epochen sowie ein Kinder- und Jugendmuseum.

Autor



Frank Benndorf,
Vertrieb Regionalcenter West,
Condair GmbH, Düsseldorf.



Bild 1

Bei einer umfangreichen Modernisierung erhielt das Gustav-Lübcke-Museum elf RLT- und Klimazentralgeräte mit einer Gesamtluftleistung von 90 000 m³/h

Ein Höhepunkt ist die von Dezember 2017 bis Juni 2018 laufende Sonderausstellung „Mumien – Der Traum vom ewigen Leben“ (**Bild 2**). Jährlich besuchen etwa 40 000 Gäste das Museum.

Temperieren und Befeuchten zum Schutz der Kunst

Die Klimatisierung von Museen und Ausstellungensräumen ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Im Vordergrund steht primär der Schutz von wertvollen Kulturgütern und Ausstellungsgegenständen vor äußeren Einflüssen und möglichen Schäden. Darüber hinaus muss man den Erwartungen der Besucher wie des Personals an Komfort und Behaglichkeit gerecht werden. Daher bestehen Museumsbetreiber in Abhängigkeit von der Art der Kunstwerke in ihren Ausstellungen auf ein eng begrenztes Raumklima, das mit nur geringen zeitlichen Schwankungen ganzjährig einzuhalten ist. Typische Temperaturen in Museen betragen etwa 20 °C (Heizperiode) bis 24 °C (Kühlperiode) bei relativen Raumluftfeuchten von circa 50 bis 60 % – unabhängig von aktuellen Außenluftbedingungen (heiß, kalt, feucht, trocken) und der aktuellen Besucherzahl. Auf diese Einflüsse und Lasten muss eine Museums-Klimaanlage rasch reagieren und die geforderten Raumzustände sicherstellen können. Dies er-

folgt durch eine an den aktuellen Bedarf angepasste Erhöhung oder Verringerung des Zuluftvolumenstroms, eine hochwertige Filterung der Außenluft und deren präzise Konditionierung (Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten) im zentralen Klimagerät.

Besonders kritisch können die Raumluftzustände im Museum in den Wintermonaten werden. Wenn die kalte und trockene Außenluft in der Klimaanlage von einer Temperatur von zum Beispiel 0 °C auf eine gewünschte Zulufttemperatur von 24 °C erwärmt wird, hat diese nur noch eine relative Feuchte von etwa 12 %. Eine so trockene Luft würde zu irreparablen Schäden an den Exponaten führen und bei den Besuchern des Museums trockene Schleimhäute in Nase und Rachen sowie trockene Augen hervorrufen. Daher ist es besonders in kühlen Jahreszeiten in Museen zwingend, die trockene Außenluft in der Klimaanlage auf mindestens etwa 50 bis 55 % zu befeuchten (**Bild 3**).

Zur sicheren, energieeffizienten und hygienischen Luftbefeuchtung in den Lüftungsgeräten wählten der Fachplaner und die Verantwortlichen des Museums mehrere Systeme der Condair GmbH. Durch optimal ausgewählte Technologien lassen sich Betriebskosten der Klimatisierung signifikant senken. Zum Einsatz kamen sieben nach



Bild 2

Die Sonderausstellung „Mumien – der Traum vom ewigen Leben“ umfasste mehr als 100 Exponate



Bild 3

Durch die hochwertige Klimatisierung und Luftbefeuchtung werden in den Ausstellungsräumen die vorgegebenen Temperaturen und Luftfeuchten – hier 21° C und 58 % relative Feuchte – exakt eingehalten



Bild 4

Eine zentrale Osmoseanlage mit einer Leistung von maximal 1 000 l/h versorgt alle Befeuchtungssysteme in den RLT-Geräten. Im Jahr 2017 wurden in der Anlage insgesamt 4 000 m³ Wasser aufbereitet

dem adiabatischen Prinzip arbeitende Hybrid-Luftbefeuchter der Baureihe Condair DL mit einer Gesamtleistung von über 700 kg pro Stunde und zwei gasbeheizte Dampfluftbefeuchter des Typs GS-OC mit einer Befeuchtungseistung von insgesamt 160 kg pro Stunde.

Unverzichtbar für die Hygiene und Betriebssicherheit der Luftbefeuchtung ist eine entsprechende Vorbehandlung des Befeuchterwassers. Eine zentrale Wasseraufbereitung als Umkehrosmoseeinheit Condair AT2 (Effizienzausführung EFF1 mit vorgeschalteter Doppelenthärtung, **Bild 4**) erzeugt für alle Luftbefeuchtungssysteme bis zu 1 000 l aufbereitetes Befeuchtungswasser pro Stunde. Eine speziell für diesen Einsatz ent-

wickelte und patentierte Membranspültechnologie in Verbindung mit einer frequenzgesteuerten Pumpe garantiert deutliche Wasser- und Energieeinsparungen gegenüber Standard-Osmoseanlagen. Das System ist speziell auf die Condair-Luftbefeuchtungssysteme abgestimmt und ermöglicht in Verbindung damit einen optimalen und energieeffizienten Befeuchtungsbetrieb.

Die eingesetzte Klimatechnik

Bei der Modernisierung des Museums wurden elf Lüftungs- und Klimazentralgeräte mit einer Luftleistung von insgesamt rund 90 000 m³/h installiert.

Zwei Vollklimaanlagen (Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten, Wärmerückgewinnung), die auf dem Dach aufgestellt wurden (**Bild 5**), versorgen mit einer Luftleistung von je 7 500 m³/h den Bereich der Wechsausstellung und den Oberlichtsaal mit konditionierter Zuluft. Hier erfolgt die Anpassung der Luftfeuchte durch die gasbeheizten Dampfluftbefeuchter mit einer Dampfleistung bis je 80 kg/h. Der Dampf wird über das kompakte Mehrfach-Verteilungssystem OptiSorp gleichmäßig im Klimagerät verteilt, wodurch die effektive Befeuchtungsstrecke im Gegensatz zu normalen Dampfverteilern um etwa

70 % verkürzt werden kann. Dadurch kann im Winter trockene Außenluft von etwa 2 g/kg auf bis zu knapp 11 g/kg befeuchtet werden. Das zur Befeuchtung notwendige reine Wasser wird in der zentralen Umkehrosmoseanlage aufbereitet. Die Kühlung und Entfeuchtung der im Sommer warmen Außenluft geschieht in den RLT-Geräten in Wärmeübertragern, die das kalte Wasser von einem ebenfalls neu installierten Wasserkühlsatz bekommen.

Weitere neun RLT-Geräte mit Luftleistungen zwischen 800 und 22 000 m³/h befinden sich im Untergeschoss des Museums. Sieben dieser Anlagen (**Bild 6**) haben die thermodynamischen Funktionen Heizen und Befeuchten und versorgen die weiteren Ausstellungsbereiche und Sammlungen sowie das Forum und das Foyer. Zur Luftbefeuchtung kommen in diesen Geräten die Hybridsysteme der Condair GmbH zum Einsatz.

Eine Besonderheit bei diesen RLT-Geräten ist deren lufttechnische Schaltung. Die Abluft aus allen Geräten wird in einer gemeinsamen Luftleitung gesammelt und durchströmt vor dem Ausblasen in die Fortluft den Abluftwärmeübertrager eines Kreislaufverbundsystems (KVS). Dieser Abluftwärmeaustauscher ist über eine Wärmeträgerflüssigkeit mit einem Wärmeübertrager auf der Zuluftseite gekoppelt, der den gesamten Außenluftvolumenstrom mit der Abluftwärme im Winter vorwärmt oder im Sommer vorkühlt. Erst

Beteiligte Unternehmen

TGA-Konzept und Planung:

ISW Ingenieur GmbH Schmidt & Willmes, Arnsberg, Kontakt: Jens Willmes

Lüftung und adiabatische Befeuchtung:

Hagemann & Henrichsmann GmbH, Steinfurt, Kontakt: Werner Henrichsmann

Gas-Dampfbefeuchtung,

Wasseraufbereitung:

H. W. Grommes GmbH, Hamm, Kontakt: Jürgen Grommes



Bild 5

Zwei Klimazentralgeräte mit Luftleistungen von je 7 500 m³/h wurden auf dem Dach des Museums aufgestellt. Oben links ist einer der beiden gasbetriebenen Condair-Dampfluftbefeuchter zu sehen



Bild 6

Die Zuluft in sieben RLT-Geräten im Untergeschoss wird mit Condair Hybridbefeuchtern befeuchtet



Bilder: Condair

Bild 7

Die zuvor in den RLT-Geräten vortemperierte und befeuchtete Außenluft wird in Deckeninduktionsgeräten mit Raumluft gemischt, in einem Wasserwärmeübertrager gekühlt und gelangt dann als Zuluft in die Ausstellungsräume

nach dieser zentralen Vortemperierung wird die Außenluft auf die einzelnen RLT-Geräte verteilt.

Als eine weitere Effizienzmaßnahme wird auf der Abluftseite im Sommer ein System der indirekten Verdunstungskühlung betrieben. Dabei wird die Abluft annähernd auf das maximal mögliche Niveau befeuchtet (> 90 % r.F.) und kühlt dadurch um etwa 5 bis 8 K ab. So

mit steht über die KVS-Wärmerückgewinnung nun ein deutlich größeres Kältepotenzial zur Kühlung der Außenluft zur Verfügung. Auch die Verdunstungskühlung wird mit Osmosewasser aus der zentralen Wasseraufbereitung versorgt. Die Nachkonditionierung der Zuluft aus den RLT-Geräten erfolgt raumweise in wassergekühlten Deckeninduktionsgeräten. Dabei induziert die Zuluft (Außenluft, Primärluft) etwa drei bis vier Teile Raumluft (Sekundärluft), die beim Einströmen in das Gerät in einem Wasserwärmeübertrager gekühlt wird (**Bild 7**). Das für den Betrieb der Dachklimageräte und für die Induktionsgeräte benötigte Kaltwasser kommt von zwei Kältemaschinen mit einer Kälteleistung von je 105 kW.

Zur Erwärmung der Museumsräume wird eine Fußbodenheizung betrieben. Die Heizwärme kommt aus einem Fernwärmeanschluss.

Die eingesetzten Befeuchtersysteme

Die Hybrid-Luftbefeuchter bestehen aus einer Zerstäubereinheit mit auf einem Trägerraster einzeln justierbaren Molekular-Zerstäuberdüsen und einer nachgeschalteten patentierten Verdunstungseinheit aus Keramikplatten. Für einen hygienischen Betrieb wird das zuvor aufbereitete Osmosewasser zusätzlich im patentierten HygienePlus-System mit Silberionen nachbehandelt. Ein Teil des aus den Zerstäuberdüsen bei Niederdruck eingesprühten Wassers verdunstet direkt im Luftstrom, der Rest trifft auf die Keramikplatten und verdunstet dort nahezu vollständig. Dank der auf die Nachverdunstereinheit abgestimmte Wassertröpfchengröße las-

sen sich diese vollständig abscheiden und somit kann die von der VDI 6022 geforderte Aerosolfreiheit der befeuchteten Luft sichergestellt werden. Durch dieses Hybridverfahren wird eine höchstmögliche Ausnutzung des eingesprühten Wassers, sowie eine hygienisch einwandfreie Zuluft erreicht. Weitere Eigenschaften des Condair DL sind eine sehr kurze Baulänge von lediglich 600 bis 900 mm, ein geringer Druckverlust von etwa 40 bis 60 Pa, eine individuelle Ansteuerung der einzelnen Sprühkreise, eine automatische, Regelung der Befeuchtungsleistung in Abhängigkeit vom aktuellen Bedarf und der vorgegebenen Soll-Luftfeuchte sowie die Einbindung in übergeordnete Leit- und Automationssysteme. Die Baureihe Condair DL wurde von der Berufsgenossenschaft für ihre optimale Hygiene und Gerätesicherheit mit der DGUV-Test-Prüfbescheinigung ausgezeichnet.

Die beiden gasbetriebenen Luftbefeuchter der Baureihe „GS 80 OC“ sind für die direkte Aufstellung im Freien konzipiert und erzeugen maximal 80 kg Dampf pro Stunde (stufenlos regelbar ab 10 kg/h). Das Verbrennungssystem basiert auf einem modulierenden vollvormischenden Gasgebläsebrenner mit 360°-Full-Circle-Technologie und einem stetig arbeitenden Gasdruckregelventil. Durch den Betrieb mit dem günstigeren Energieträger Erdgas lassen sich beträchtliche Kosteneinsparungen (> 60 %) gegenüber elektrisch betriebenen Dampfbefeuchtern erzielen.