Sicher mit Wartung und Instandhaltung

Betrieb Raumlufttechnischer Anlagen unter der Covid-19

Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) sind für das Betreiben vieler Gebäude aus energetischer und hygienischer Sicht eine unabdingbare Voraussetzung. Dabei kommt der regelmäßigen Wartung und Instandhaltung eine entscheidende Bedeutung für den sicheren Anlagenbetrieb zu. Betreiber von RLT-Anlagen werden vor dem Hintergrund der aktuellen Corona-Pandemie mit Fragen zum Umgang mit den Anlagen konfrontiert, die in dieser Stellungnahme behandelt werden.

Die Verbände BTGA, FGK und RLT-Herstellerverband haben die derzeitigen Empfehlungen zusammengefasst und geben sie auf Basis des aktuellen Kenntnisstandes weiter. RLT-Anlagen sorgen bereits durch Filtration der Außenluft, der Umluft und der Zuluft für ein hohes Maß an Sicherheit, da kleine Partikel und Tropfen gemäß der eingesetzten Filterklasse in der Anlage abgeschieden werden können. Durch die gesicherte Zuführung gereinigter Zuluft führt der Betrieb einer RLT-Anlage immer zu einer Verdünnung möglicher Stofflasten, aber auch der Virenlast, in den zu versorgenden Räumen im Gebäude. Zusätzlich kann durch eine gezielte Befeuchtung der Raumluft ein Infektionsrisiko vermindert werden. Durch professionelle Planung, Betrieb, Zonierung und Druckhaltung ist außerdem sichergestellt, dass sich Schadstoffe aus der Abluft eines Raumes nicht im gesamten Gebäude verteilen können. Ein ungefilterter Umluftbetrieb soll nach Möglichkeit vermieden werden.

Grundsätzliches zur Übertragung der Corona-Viren

Nach aktuellem Kenntnisstand werden Corona-Viren durch Tröpfcheninfektion und über Aerosole übertragen. Daher wird grundsätzlich eine gute Lüftung der Räume mit möglichst hohem Außenluftanteil empfohlen. Damit wird die Virenlast im Raum durch die Zufuhr von gefilterter und aufbereiteter Außenluft und durch den Abtransport belasteter Raumluft verringert. Daher ergeben sich folgende Empfehlungen für die Planung und den Betrieb der Anlagen:

- RLT-Anlagen sollen nicht abgeschaltet werden, die Außenluftvolumenströme nicht reduziert, sondern gegebenenfalls sogar erhöht werden. Auch bei der Planung der Anlagen soll nicht nur der Mindestaußenluftvolumenstrom beachtet, sondern Leistungsreserven berücksichtigt werden, die bei einer eventuellen Keimbelastung eine Luftmengenerhöhung ermöglichen.
- Umluftanteile, soweit in den Anlagen vorhanden, sollen zugunsten der Außenluftanteile reduziert oder vermieden werden. Falls Umluft genutzt wird, soll diese angemessen gefiltert werden, um eine Keimbelastung deutlich zu reduzieren.
- Die Betriebszeiten der Anlagen ggf. vor und nach der regulären Nutzungszeit verlängern.
- Systeme, die mit Sekundärluftgeräten arbeiten (Ventilatorkonvektoren, Induktionsgeräte), führen nicht zur Übertragung von Belastungen, wenn sie nur für den Betrieb innerhalb einer Zone vorgesehen sind. Auch hier trägt die Primärluft zur Verdünnung einer möglichen Virenbelastung in den Räumen bei. Bei Systemen ohne direkte Primärluftanbindung ist eine ausreichende Lüftung durch mechanische Lüftungsanlagen oder durch Fensterlüftung sicherzustellen.
- Lüftungssysteme erzielen durch den Luftaustausch im jeweiligen Raum einen Verdünnungseffekt, die spezifische Belastung an möglicherweise vorhandenen Viren im Raum pro m³ sinkt. Damit reduziert sich prinzipiell das Risiko einer Infektion. Durch die gezielte Zuführung von behandelter Außenluft und durch Abfuhr belasteter Raumluft wird die Verdünnung wesentlich verbessert und die Virenlast weiter gesenkt.
- Eine Überströmung von verschiedenen Nutzungseinheiten soll minimiert oder vermieden werden (möglichst balancierte Luftvolumenströme in den Nutzungseinheiten). Dabei ist anzumerken, dass eine Überströmung in normalen Gebäuden über Türen, Fenster und Leckagen praktisch niemals ausgeschlossen werden kann, eine Abschaltung der RLT-Anlage würde aber immer zu einer Erhöhung der mittleren Virenkonzentration führen.

- Anlagen mit Befeuchtung sollen so eingestellt werden, dass eine zuträgliche Feuchte (40 bis 60 %) genutzt wird, da:
  - die Infektanfälligkeit des Menschen durch eine geeignete Luftfeuchte relativ verringert wird,
  - die Tröpfchen bei zu trockener Luft stärker durch Verdunstung schrumpfen und länger schwebfähig bleiben (aerogene Übertragung),
  - Partikel bei höherer relativer Luftfeuchtigkeit besser an Oberflächen haften und weniger aufgewirbelt werden und
  - die meisten saisonalen respiratorischen Viren im mittleren Feuchtebereich von 40 – 60% inaktiviert werden.
- Wenn Umluft im Winter – beispielsweise aus energetischen Gründen – nicht vermieden werden kann, muss die Filterung angepasst und der Einsatz geeigneter Desinfektionsmaßnahmen (UVC-Entkeimung) in Erwägung gezogen werden.

Übertragung der Corona-Viren durch RLT-Anlagen

Eine Übertragung von Corona-Viren über Klima- und Lüftungsanlagen kann nach aktuellem Kenntnisstand ausgeschlossen werden, wenn die dem Raum zugeführte Luft normgerecht gefiltert wird. Über die Außen- und Zuluftleitungen können auch aufgrund der Filtrierung keine Tröpfchen, die das Corona-Virus enthalten könnten, in die Räume eingetragen werden. Abluftleitungen, die möglicherweise mit Tröpfchen belastete Abluft aus den Räumen aufnehmen, transportieren diese nicht in andere Bereiche, da die Systeme im Unterdruck betrieben werden und dadurch auch bei Leckagen der Leitungen keine Abluft entweichen kann.
Leckagen im RLT-Gerät und in der Wärmerückgewinnung (WRG) können je nach Ausführung dazu führen, dass ein geringer Anteil der Abluft auf die Zuluft übertragen werden kann. Die korrekte Anlagenplanung mit modernen Konzepten verhindert das durch:

- Überdruck im Zuluftteil gegenüber dem Ablufteil: Durch die Anordnung von Über- und Unterdruckbereichen kann auch durch Wärmerückgewinnungssysteme wie Rotoren keine Abluft auf die Zuluft übertragen werden.
- Bei getrennter Ausführung der Zu- und Abluftgeräte, z. B. mit Kreislaufverbund-Systemen zur WRG, kann die Übertragung von Abluftanteilen in die Zuluft ausgeschlossen werden.

Filtrierung

Luftfilter sorgen für eine deutliche Minderung der Staub- und Aerosolkonzentration in RLT-Anlagen und in der Zuluft von Räumen. Bereits mit der Verwendung der Filterklasse ePM1 ≥ 60 % (früher F7) wird eine deutliche Reduzierung erreicht. Mit dieser Filterqualität werden Viren und Bakterien um eine Zehnerpotenz reduziert. Mit einer doppelten Filterung (zwei Mal ePM1 ≥ 60 % / früher F7) werden demnach 99 % der luftgetragenen Bakterien und Viren aus einem Luftstrom entfernt.

Filterwartung

Viren sind immer an Tröpfchen oder Staubpartikel gebunden und schweben daher in der Regel nicht frei im Raum. Sie werden wie alle anderen Partikel im Filtermaterial eingelagert. Für die Wartung und den Austausch beladener Filter ist persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu tragen. Dazu gehören Schutzkittel, Handschuhe, Mund-/Nasenschutz FFP3 – ggf. abweichend entsprechend Gefährdungsbeurteilung – und Schutzbrille.

UVC-Bestrahlung

Ultraviolettbestrahlung in RLT-Anlagen wurde bisher sehr erfolgreich zur Wasserentkeimung in Luftwäschern eingesetzt. Die direkte Bestrahlung des Zuluftvolumenstroms kam bisher allerdings nur selten zur Anwendung, obwohl diese Lösung bereits seit dem Jahr 2000 zur Verfügung steht und eingesetzt wird. UVC-Entkeimung in Kombination mit passender Filtertechnik kann die Keimbelastung im Raum signifikant senken. Die Mikroorganismen werden praktisch augenblicklich inaktiviert. Das Ausmaß hängt von der UVC-Dosis ab. Eine Resistenz gegen UVC-Strahlung kann nicht aufgebaut werden. Zur Abtötung von Mikroorganismen wird im Allgemeinen eine Strahlungsdosis von 10 bis 100 Ws/m² benötigt, wobei einzelne Organismen sehr unterschiedliche Strahlungsempfindlichkeiten aufweisen. Die Wirkung der UVC-Strahlung auf Corona-Viren ist bekannt. Ausführliche Informationen siehe Kasten „In Zukunft UVC-Bestrahlung?“.

Raumluftfeuchte

Die Raumluftfeuchte spielt eine Rolle bei der Übertragung von Viren. Für die

IN ZUKUNFT UVC-BESTRAHLUNG?

Ultraviolettbestrahlung in RLT-Anlagen wurde bisher sehr erfolgreich zur Wasserentkeimung in Luftwäschern eingesetzt. Die direkte Bestrahlung des Zuluftvolumenstromes kam bisher allerdings nur selten zur Anwendung, obwohl diese Lösung bereits seit dem Jahr 2000 zur Verfügung steht und eingesetzt wird. Als Ultraviolettstrahlung (UV) bezeichnet man die elektromagnetische Strahlung, die zwischen der sichtbaren Grenze des kurzwelligen Lichts der Sonnenstrahlung und dem Bereich der Röntgenstrahlung angesiedelt ist und zwischen 400 nm und 100 nm liegt. Für die Fragestellung der biologischen UV-Einwirkung steht vor allem der Wellenlängenbereich von UVC im Vordergrund. Zur Wirkung der UV-Strahlung auf biologische Materie muss eine Absorptionsfähigkeit in den wichtigsten biologischen Bausteinen, nämlich den Proteinen und Nukleinsäuren, vorhanden sein. Das Maximum des Absorptionsspektrums der charakteristischen Aminosäuren liegt bei 280 nm, das damit auch in den Proteinen und Nukleinsäuren additiv anzutreffen ist und bei ca. 260 nm liegt. Damit wirkt die UV-Strahlung auf den Zellkern ein und ist in der Lage, Mikroorganismen durch Schädigung der DNA abzutöten. Speziell für die Desinfektion eignen sich künstliche Strahlungsquellen (Hg-Niederdruckstrahler), die als Gasentladungslampen im Wesentlichen die Spektrallinien bei 185 nm und 254 nm Wellenlänge zur Emission anregen. Da die Photonen der Spektrallinie bei 185 nm genügend energiereich sind, um Sauerstoff-Moleküle zu spalten, wird Ozon gebildet. Dieses Gas wirkt zwar als starkes Oxidationsmittel selbst entkeimend, gleichzeitig wirkt Ozon aber auch als Reizgas auf die Schleimhäute des Menschen, sodass die Bildung von Ozon nur in bestimmten Ausnahmefällen zugelassen werden darf und generell vermieden werden sollte. Um die Ozonbildung zu vermeiden, werden die Strahlungsquellen mit einem Glasmaterial hergestellt, das die Spektrallinie bei 185 nm absorbiert. Damit werden Strahlungsquellen eingesetzt, deren Wirkung praktisch ausschließlich auf der Emission der Spektrallinie bei 254 nm beruht. Die Mikroorganismen werden praktisch augenblicklich inaktiviert. Das Ausmaß hängt von der UVC-Dosis ab. Eine Resistenz gegen UVC-Strahlung kann nicht aufgebaut werden. Zur Abtötung von Mikroorganismen wird im Allgemeinen eine Strahlungsdosis von 10 bis 100 Ws/m² benötigt, wobei einzelne Organismen sehr unterschiedliche Strahlungsempfindlichkeiten aufweisen, die von 7 Ws/m² (Escherichia coli in Luft) bis zu 1.000 Ws/m² (Pilze) reichen können. Diese Werte sind das Produkt aus Bestrahlungsstärke und der Bestrahlungszeit. Als D10-Werte bezeichnet man die UV-Dosis, die eine bestimmte Ausgangskeimanzahl um eine Zehnerpotenz vermindert (um 90 %). Der Entkeimungseffekt ist auch vom Grad der Luftverschmutzung (Schatteneffekt) und der Luftfeuchtigkeit abhängig. Bereits bei 80 % rel. Feuchte sind die Luftkeime mit einer Wasserhaut umgeben, die eine bis Faktor 5 geringere Empfindlichkeit der Keime gegenüber UV-Strahlung im Vergleich zur trockenen Luft zur Folge hat. Eine Luftfilterung ist damit zur Reduzierung der Staubbelastung und somit zur Reduzierung der Schattenbildung zwingend erforderlich. Somit verbleibt zur Desinfektion in RLT-Geräten neben der mechanischen Filterung die UV-Entkeimung mittels UVC-Strahlung und zwar speziell für die Räume, in denen eine aerogene Infektion prinzipiell möglich ist. Gerade im Zusammenwirken mit der mechanischen Filterung ergibt sich eine hohe Zuverlässigkeit der Entkeimungsmaßnahme. Denn je kleiner die Keime in ihrem Durchmesser sind, desto schlechter ist die Abscheidungswirkung der mechanischen Filterung. Umgekehrt proportional zum Durchmesser ist die Entkeimungswirkung der UV-Bestrahlung zu bewerten, die tendenziell mit geringem Durchmesser der Keime steigt. Die Bestrahlungskammer sollte deshalb am Ende des RLT-Gerätes angeordnet werden. Gründe dafür sind, neben der Desinfektion, auch die vorhandenen Umgebungsparameter, die hier bei etwa 22 °C und 30 bis 60 % rel. Feuchte liegen.

Quellen:

[1] Robert-Koch-Institut (RKI) / CCI: Sollen Lüftungsanlagen als Vorsorge gegen die Übertragung von COVID-19 abgeschaltet werden? Das RKI antwortete: Da es sich bei COVID-19 um eine primär über Tröpfchen verbreitete Infektion handelt (und nicht primär über die Luft übertragene Infektion), ist nach jetzigem Kenntnisstand nicht davon auszugehen, dass eine Weiterverbreitung von SARS-CoV-2 über betriebene Lüftungsanlagen (zum Beispiel in öffentlichen Gebäuden, Hotels) erfolgt.

[2] COVID-19
Guidance for infection prevention and control in healthcare settings
Department of Health and Social Care (DHSC), Public Health Wales (PHW), Public Health Agency (PHA) Northern Ireland, Health Protection Scotland (HPS) and Public Health England as official guidance:

[3] WHO, INTERIM GUIDANCE DOCUMENT Clinical management of severe acute respiretory infections when novel coronavirus is suspected: What to do and what not to do: Airborne precautions ensure that healthcare workers performing aerosol-generating procedures use PPE, including gloves, long-sleeved gowns, eye protection and particulate respirators (N95 or equivalent). Whenever possible, use adequately ventilated single rooms when performing aerosol-generating procedures.

[4] Kommentar Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. Hans-Martin Seipp, Technische Hochschule Mittelhessen, 17.03.2020 Auszug: Als Quelle für Dritte können RLT-Anlagen nur dann wirken, wenn man:
A) Umluft fährt OHNE HEPA-Filter (HEPAs sind ab H-13 völlig sicher!) Ab F-9 – je nach Beladungszustand – beginnt eine Minderung des Risikos.
B) Zu wenige Luftwechsel in den Raum bringt.

[5] Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a symptomatic Patient, JAMA, published online March 4, 2020

[6] Dr. med. Walter Hugentobler, Comment on COVID-19 guidance, 23.03.2020

[7] Annual Review of Virology, Seasonality of Respiratory Viral Infections Miyu Moriyama, Walter J. Hugentobler and Akiko Iwasaki, 2020

[8] POSIZIONE DI AiCARR, SUL FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE DURANTE L'EMERGENZA SARS-COV2-19, AiCARR 2020

[9] Schmidt-Burbach, Gerhardt M.; Die Ultraviolettstrahlung und ihre Anwendung zur Desinfektion und Sterilisation, Biotechnische Umschau 1 Heft 11, 1977

[10] Wallhäußer, Karl-Heinz; Praxis der Sterilisation – Desinfektion – Konservierung, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1995

[11] C. Kaup, Ultraviolettstrahlung zur Luftdesinfektion in RLT-Geräten, HLH, 7/2000

[12] J. Dreier, P. Bermpohl, P. Becker, K. Kleeseik; Transmission von Viren durch Raumlufttechnische Anlagen und Inaktivierung durch UVC-Strahlung, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 68 Nr. 9 – September 2008

[13] Gutachten über die Wirksamkeit der UVC-Luftentkeimungseinheit HOWATHERM UV-UNIT in Klimazentralgeräten in Kombination mit einer vorgeschalteten Filterstufe, ILH Berlin, 08/2000

Übertragung von Grippeviren und anderen respiratorischen Viren ist aus Untersuchungen bekannt, dass diese bei einer relativen Raumluftfeuchte von 40-60 % sinkt. Neueste Erkenntnisse legen nahe, dass dieser Umstand auch bei Corona-Viren eine Rolle spielt. Falls eine Feuchteregelung mit der Lüftungs-/Klimaanlage nicht möglich ist, sollte diese wie folgt vorgenommen werden:

- Bei Anlagen ohne Befeuchtung ist abzuwägen, welche Lüftungsraten unter den aktuellen Personenbelegungen zielführend sind.
- Bei Anlagen ohne Befeuchtung ist zudem für den Winterbetrieb zu prüfen, welche Außenluftraten sinnvoll sind, da eine höhere Außenluftmenge zu einer Reduzierung der relativen Luftfeuchte der Raumluft führt. Bei geringen Außenluftraten wird empfohlen, den höheren Umluftanteil hochwertig zu filtern, um die Keimbelastung der zugeführten Zuluft zu reduzieren.
- Bei Anlagen mit Entfeuchtungsfunktion soll eine zu hohe Raumluftfeuchte vermieden werden, da zu hohe Feuchten ein Keimwachstum begünstigen.
- Bei Anlagen ohne Entfeuchtung ist zudem für den Sommerbetrieb zu prüfen, welche Außenluftraten sinnvoll sind, da auch hier die Außenluftmenge die relative Luftfeuchte der Raumluft direkt beeinflusst.

Raum- und Split-Klimageräte weiter betreiben

Zum Betrieb von Raumklimageräten in Monoblock-, Split- und Multisplit-Ausführung stellt das Umweltbundesamt (UBA) fest: Dezentrale Klimageräte, die nur einzelne Räume in einer Wohnung kühlen und entfeuchten, übertragen keine Viren von einem Raum in andere Bereiche des Gebäudes. Auch eine Vermehrung von Corona-Viren im Klimagerät schließt das UBA aus, da Viren zu ihrer Vermehrung Wirtszellen brauchen, beispielsweise menschliche Zellen. Die Geräte können also unbesorgt weiter betrieben werden. Wichtig ist jedoch, gleichzeitig eine effektive Lüftung sicherzustellen, um die Virenlast im Raum möglichst gering zu halten. Ist keine mechanische Lüftung vorhanden, sollte ausgiebig über die Fenster gelüftet werden. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine Fensterlüftung nicht zwingend für den erforderlichen Luftaustausch sorgt.