
Lufthygienische Vorteile der gezielten Umluftnutzung mittels Ionisation

M. Blei, W. Fleischer

Die gezielte Umluftnutzung bietet die Möglichkeit eines variablen und intelligenten Mischverhältnisses von Außen- und Umluft und kann ein beachtliches Einsparpotential an Energiekosten bei einer Verbesserung der Luftqualität im Raum erreichen. Der Mensch atmet in Ruhe pro Minute 7,5 Liter Luft ein und wieder aus. Das sind pro Stunde 0,45 m³ Luft. Hiervon erreichen bei einer Atemfrequenz von 15/min, 5,25 Liter den

Alveolarraum (Lungenbläschen), das heißt, tatsächlich müssen für die Atmung nur pro Stunde 0,315 m³ Luft zur Verfügung stehen. Der Sauerstoffverbrauch beträgt mindestens 0,3 l/Minute in Ruhe, das heißt 18 l in der Stunde. Da die Luft 20,93 Volumenprozent Sauerstoff enthält, werden 0,086 m³ Luft/h für eine hinreichende Versorgung der Atmung benötigt. Der Mensch scheidet mindestens 0,25 l CO₂ in der Minute aus, d. h. 0,015 m³ in der Stunde. Die Außenluft enthält bereits einen Anteil von 300 ppm Kohlendioxid. Der MAK-Wert von CO₂ beträgt 5000 ppm. Damit dieser Wert nicht überschritten wird, ergibt sich eine Außenluftmenge, die für die ausreichende Versorgung einer Person erforderlich

ist, mit 5,3 m³/h pro Person. Der Mindestaußenluftanteil zum Einhalten des CO₂-MAK-Grenzwertes von 5000 ppm ist somit 60fach höher als der minimale Sauerstoffbedarf, d.h. die notwendige Sauerstoffversorgung der Personen im Raum wird sechzigfach gesichert. Aus Gründen der Lufthygiene (Geruchsbelastungen und andere VOC, Bakterien) wurden bisherige Empfehlungen der Außenluftanteile um ein Vielfaches höher ausgelegt. Bisher fand die Möglichkeit der Zuluftbehandlung wenig Beachtung, und ebenfalls blieben bisher die möglichen Lastsituationen (VOC, Mikroorganismen, Geruchsimmissionen, Luftfeuchtigkeit) in der Außenluft ungenügend berücksichtigt.



Abb. 1: Wynn Casino Macau

Grundsätzlich werden den Lufthygieneempfehlungen der US-, EU- und vor allem der deutschen Fachverbände vollumfänglich entsprochen, wie z.B. das Einhalten des CO₂-Grenzwertes von 1500 ppm. Ebenfalls ist grundsätzlich darauf zu verweisen, dass dieser Mindestaußenluftanteil nur bei extremen Außenlufttemperaturen Sommer / Winter tatsächlich wirksam wird. Bei Übergangsbetrieb werden selbstverständlich Effekte der freien Lüftung/Kühlung intelligent und variabel genutzt, und somit werden den bisherigen Auslegungskriterien bezüglich Außenluftanteile vollumfänglich entsprochen. In der Regel

wird diese Betriebsart den weitaus größeren Zeitraum betreffen. Durch diese dynamische Nutzung wird eine weitere Optimierungsmöglichkeit zur Gestaltung und zum Betreiben von RLT-Anlagen aufgezeigt mit den Vorteilen des gezielten Mischluftbetriebes (intelligente Umluftnutzung). Umluftnutzung ist eine direkte regenerative Wärmerückgewinnung (WRG), d. h. ohne zusätzlichen technischen oder energetischen Aufwand. Der mögliche Wirkungsgrad wird dabei höher sein als bei bisher bekannten WRG-Systemen der Raumlufttechnik. Wenn bereits starke Belastungen z. B. durch nahe liegenden Straßen- und Flugverkehr in der Außenluft vorherrschen, so können mit einem gezielten Mischluftbetrieb wesentliche Verbesserungen der Raumluftqualität erreicht werden. Ein besonderes Problem der Raumluftqualität ist im Winterbetrieb die relative Luftfeuchtigkeit. Durch die Raumheizung und vor allem durch das Erwärmen der Außenluft wird die Raumluft weitgehend getrocknet. Um eine Behaglichkeit wieder herzustellen, wäre eine aufwändige und auch hygienisch u. U. bedenkliche Befeuchtung notwendig. Der Vorteil einer Mischluftnutzung wird hierdurch offensichtlich, weil einmal damit die Trocknung des Außenluftanteiles wesentlich minimiert wird und der Feuchteanteil im Anlagensystem, d. h. vor allem im Raum, erhalten bleibt. Damit werden Voraussetzungen geschaffen, um eine Raumluftbefeuchtung tatsächlich eliminieren zu können. Ein Umluftbetrieb ist auch sinnvoll, wenn in der Außenluft eine höhere Schadlast (z. B. VOC, Luftkeime, Feinstaub, andere Geruchsimmissionen etc.), eine hohe relative Luftfeuchte besteht und/oder auch, wenn konkret eine Überschreitung der Ozonkonzentration in der Außenluft vorliegt. Validierte größere Beispiele einer Umluftnutzung mittels Ionisation sind z. B. U-Bahnstationen in Hongkong.



Abb.2: U-Bahn Hong-Kong

Dort wird als Maßnahme zur Erhöhung der Lufthygiene eine gezielte Umluftnutzung eingesetzt. In enger Zusammenarbeit mit den staatlichen Behörden und dem Betreiber des U-Bahnnetzes in Hongkong wurden Maßnahmen ergriffen, um eine Gesundheitsgefährdung durch kontaminierte Luft in unterirdischen Hallen, Gängen und Bahnsteigen, welche täglich von tausenden Fahrgästen aus vielen Ländern und Regionen frequentiert werden, weitestgehend zu vermeiden. Nach einer weltweiten Ausschreibung und gründlichen Prüfungen haben sich die Hongkonger Experten für ein Verfahren zur Umluftnutzung entschieden, und es wurde mit der Schweizer Firma LK Luftqualität AG im Sommer 2005 begonnen, für eine situationsgerechte Zu- und Raumlufktionisation die entsprechende Ausrüstung für zunächst eine U-Bahnstation im Zentrum von Hongkong zu installieren und in Betrieb zu nehmen. Etwa drei Monate später hat das Blei-Institut in Jena, begonnen, vor Ort in Hongkong direkt in dieser U-Bahnstation die Wirkung durch umfassende mikrobiologische Untersuchungen analytisch zu bewerten. Es sollten Luftkeimsammlungen zur Bestimmung der qualitativen und quantitativen Gesamtkeimzahlen von Bakterien und Schimmelpilzen in der Innen- und Außenluft erfolgen.



Abb.3: Messung in der U-Bahn-Station

Der Betreiber der U-Bahnstrecke forderte als Nachweis der Wirksamkeit der Ionisationsanlage eine Senkung der Keimzahlen unter 800 KBE/m³/Luft. Dazu wurden in einem vorgegebenen Zeitraum von mehreren Tagen und an zwölf speziell bestimmten Punkten in den Räumen der Station sowie in der Außenluft in unmittelbarer Nähe der zentralen Außenluftansaugung für die Klimaanlage Luftproben entnommen. Von den Bakterien wurden am häufigsten Mikrokokken, von den Schimmelpilzen vor allem noch Arten der Gatt. *Penicillium* nachgewiesen. Verschiedene in der Raumluft gefundene Bakterien können potenziell pathogen wirken, das heißt Krankheitserreger sein. Schimmelpilze können Allergien verursachen.

Für die Gesamtkeimzahlen, welche sich zum größten Teil aus Bakterien zusammensetzen, konnten durchschnittliche Konzentrationen der luftgetragenen Keime von 2655 bzw. 1092 KBE/m³/Luft an zwei verschiedenen Tagen als Mittelwert bei „system Ionisation off“ gemessen. Die mittlere Ausgangskonzentration, welche durch die Außenluft gegeben war, zeigte nur geringe Differenzen. Während dem Betrieb der Ionisationsanlage wurde eine starke Reduzierung des Durchschnittswerts erreicht. Durch den Betrieb der in der untersuchten U-Bahn Station in Hongkong installierten Anla-

ge wurde auch bei hohen Sporenkonzentrationen (Spitzenkonzentration ohne Ionisierung: 4040 KBE/m³/Luft) eine deutliche Reduzierung der luftgetragenen Keime erzielt. Bei Betrieb der Anlage wird aufgrund der stichprobenartig bestimmten Schimmelpilz- und Bakterien-gattungen die Sporenkonzentration im Innenraum extrem verringert. Dadurch kann eine gesundheitliche Gefährdung des menschlichen Organismus durch luftgetragene Keime weitgehend ausgeschlossen werden.

Den größten Teil der ermittelten Keimzahlen machten die Bakterien aus, Schimmelpilze konnten nur in wesentlich geringeren Anzahlen im Innenraum nachgewiesen werden. Besonders die Außenluft hat einen starken Einfluss auf die Sporenkonzentrationen in der Station, an den Eingangsbereichen wurden verstärkt erhöhte Gesamtkeimzahlen (system off) gemessen. Zudem werden Sporen durch die Kleidung und die Atemluft an den Rolltreppen und durch die einfahrenden U-Bahnen verstärkt in die Untergeschosse eingebracht.

Es wird angenommen, dass ein großer Teil der in der Außenluft vorhandenen Keime bzw. Bakterien auf die zahlreichen Klimaanlage an den Fassaden der Häuser in den Stadtzentren zurückzuführen ist. Besonders die festgestellte Gattung *Delftia acidovorans* (*Comamonas acidovorans*) ist ein Indikatorkeim für einen bakteriellen Befall in Klimaanlage (feuchtes Milieu).

Die eingebaute Anlage reduzierte die Keimzahlen in den Luftkreisläufen der Klimakanäle deutlich bis kleiner 29% zu Ausgangskonzentrationen. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass die Sporenkonzentrationen im Innenraum durch klimatische Veränderungen an der Außenluft starken Schwankungen unterliegen können. Aus diesem Grund werden beim



Abb.4: Grand and Park Hyatt Shanghai

Umstellen der Lüftungsanlagen vom Sommer- auf Winterbetrieb Kontrollmessungen der Gesamtkeimzahlen angeraten.

Literatur

Raumluftqualität Zuluftionisation Gesundheit Dipl.Ing Werner Fleischer, Prof. Dr. med. Klaus Fiedler UNI-MED Verlag 2006
Fotos: LK Luftqualität AG, Schweiz