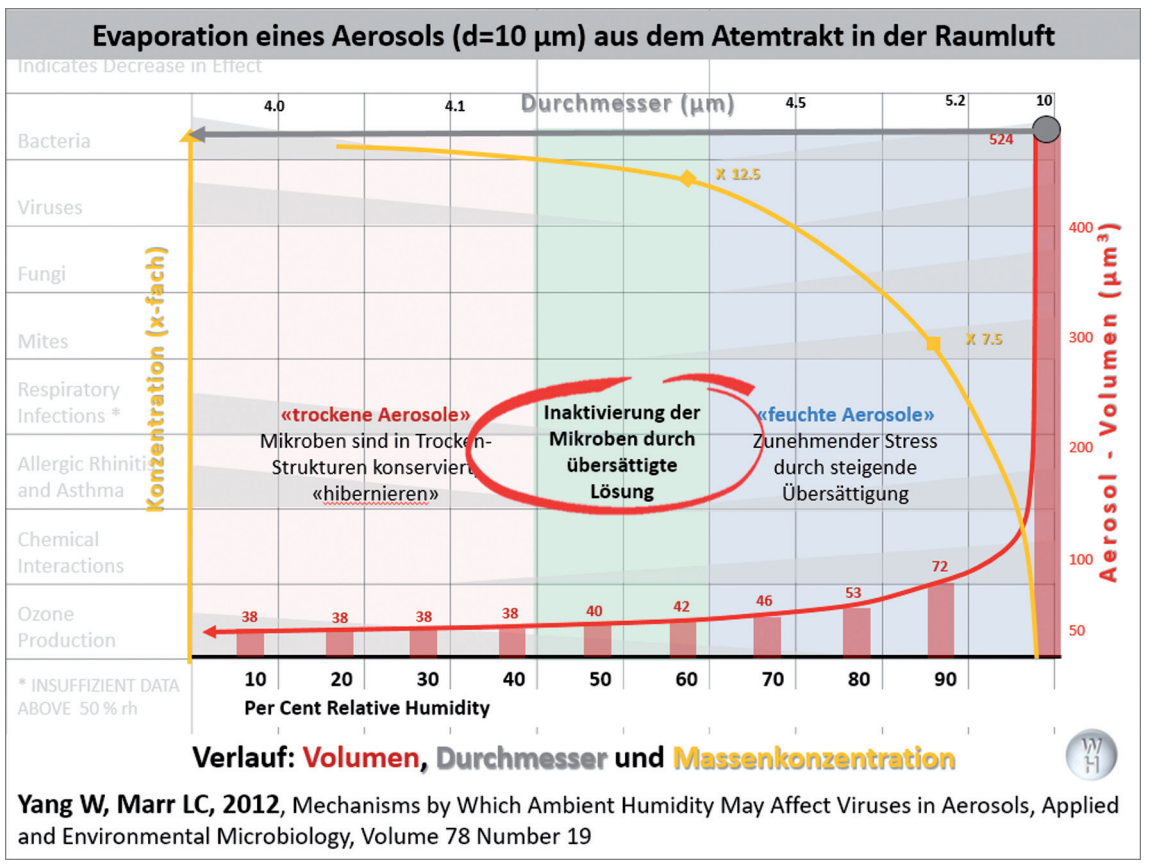
Der Zusammenhang zwischen der Raumluftfeuchtigkeit und den Mikroben

Inaktivierung oder Konservierung

von Dr. Walter Hugentobler

Viele Hygieniker, Epidemiologen und Baufachleute gehen immer noch davon aus, dass eine möglichst geringe Luftfeuchtigkeit das Wachstum und die Vermehrung von Bakterien und Pilzen verhütet und dazu beiträgt, dass Krankheiten verhindert werden. Diese Ansicht ist so nicht richtig. Dr. Walter Hugentobler gibt einen Einblick, wie sich die Raumluftfeuchtigkeit in der Gebäuderealität auf Mikroben auswirkt.

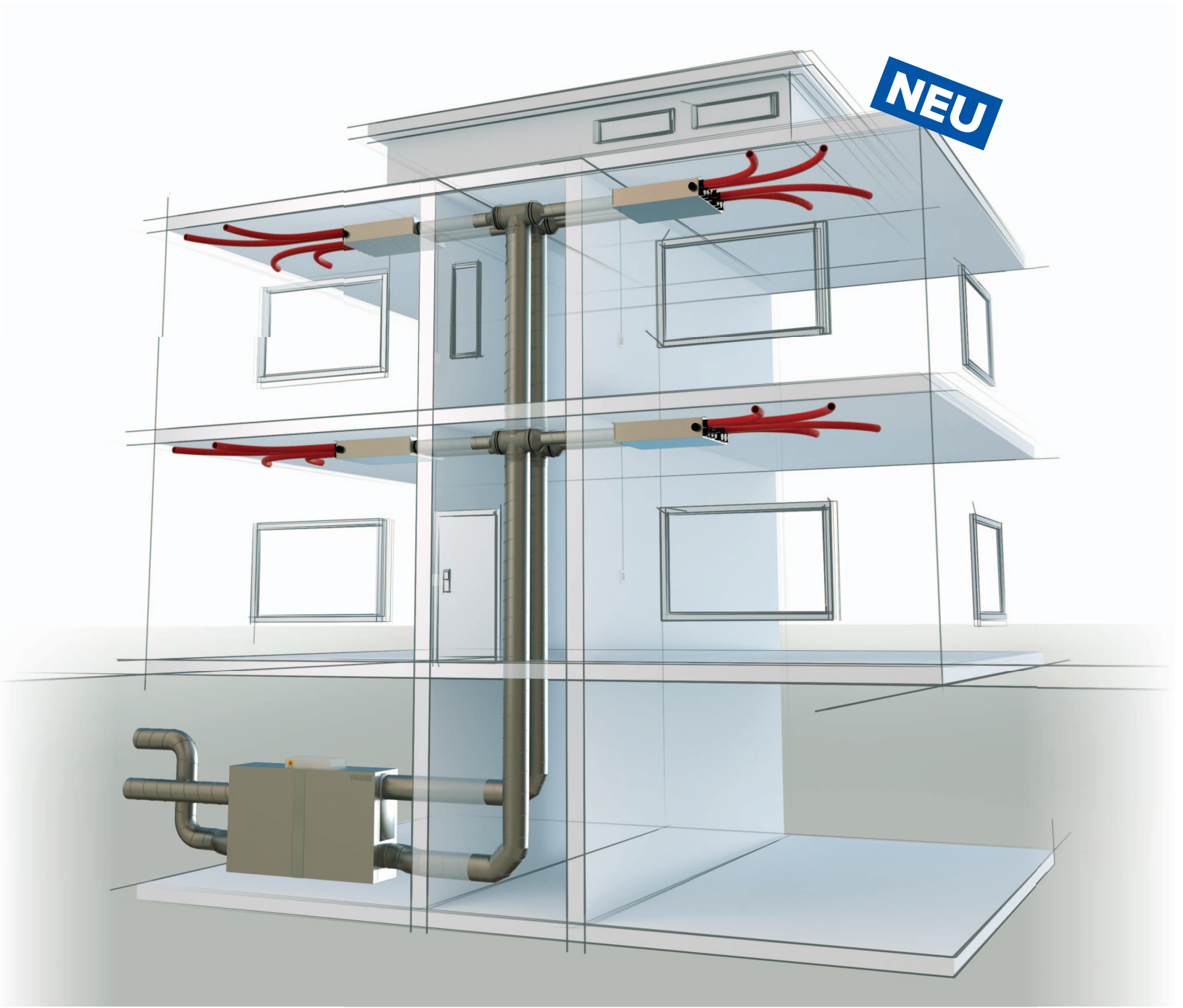


Der Zusammenhang zwischen der Luftfeuchtigkeit und den Mikroben (Abb. Walter Hugentobler)

Das grundlegende Missverständnis besteht darin, dass „Luftfeuchtigkeit" und „Materialfeuchte" in vielen Köpfen intuitiv falsch verknüpft und als gleichbedeutend wahrgenommen wird. Weder Pilze noch Bakterien können ihren Wasserbedarf aus der Luftfeuchtigkeit decken. Sie sind auf flüssiges Wasser auf porenlosen Oberflächen (Kondenswasser), in porösen Materialien wie Gips, Tapeten und Holz sowie im Nassbereich (Trinkwasser- und Abwasseranlagen) angewiesen. Der effizienteste und gesundheitlich vertretbare Weg zur Minimierung des Wasserangebots an die Mikroben ist damit nicht die Senkung der Raumluftfeuchte, sondern eine bessere Isolation der Gebäudehülle. Solange die kritische Oberflächentemperatur (entsprechend 80 % Ausgleichsfeuchte) nicht unterschritten wird, kann kein Mikrobenwachstum erfolgen. Nichtsdestotrotz wird seit Jahrzehnten mit schlechtem Erfolg versucht, die Schimmelbildung durch tiefe Raumluftfeuchte zu vermeiden. Leidtragende sind die Atemwege der Gebäudenutzer. Die Schleimhäute der Atemwege, die Augen und die Haut konkurrieren mit der Luft um das wenige, bei geringer Luftfeuchtigkeit, noch vorhandene Wasser. Da die Atemwege die trockene Atemluft auf ihrem Weg in die Lungenbläschen zwingend auf 100 % Feuchte konditionieren müssen, trocknen sie aus. Die Menschen werden anfällig für Infektionen und die Mikroben profitieren von den idealen Bedingungen für die Luftübertragung, wie im Folgenden erklärt wird.

Luftübertragung der Mikroben

Seit mehr als 50 Jahren ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass die Luftübertragung der Mikroben durch eine geringe Luftfeuchtigkeit (und niedrige Zimmertemperaturen) gefördert wird. Von Erregern für Atemwegsinfektionen (Bakterien, Grippe- und Erkältungsviren), aber auch von Erregern winterlicher Durchfallerkrankungen (Rota- und Noroviren) sowie von Pilzsporen und Pilzfragmenten ist nachgewiesen, dass sie in trockener Luft besser und in größerer Zahl in die Atemwege gelangen können. Die Senkung der Luftfeuchtigkeit zum Feuchteschutz hat daher den Nebeneffekt,



ISH
Halle 11.1 Stand B34

dass das Expositionsrisiko, nicht nur gegenüber Schimmelpilzen, erhöht wird.
Die meisten Mikroben kennen verschiedene Übertragungswege und wählen bevorzugt denjenigen Weg, für den die Bedingungen gerade am günstigsten sind. Dies ist in der geheizten Raumluft oft der Weg über die Luft. Die aerogene Übertragung über mikroskopisch kleine Tröpfchen, genannt Aerosole, ist hocheffizient und die Transportwege sind schwierig nachzuverfolgen. „Anstecker“ und „Angesteckter“ müssen dazu weder einen zeitlichen, noch einen engen örtlichen Bezug haben. Eine Mikrobe kann tagelang inaktiv auf einer Oberfläche verharren, bevor sie beispielsweise über die Raumkonvektion ihr Infektionsziel, die feuchten Atemwege, erreicht. Forschungsergebnisse aus mehreren klinischen Studien mit verschiedenen Personenkollektiven zeigen die präventive Wirksamkeit einer Luftbefeuchtung in der Heizperiode: Atemwegsinfektionen konnten um 20 % bei Erwachsenen und um 50 % bei Kindern reduziert werden. Die Krankentage im Winter nahmen um 20 % ab.

Physikalisch-biologischer Hintergrund

Die Überlebenszeit von in der Luft zerstäubten Grippeviren und anderer Mikroben ist abhängig von der Luftfeuchtigkeit. Während diese in sehr hoher Luftfeuchtigkeit stundenlang überleben, werden sie bei einer Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 60 % innerhalb von Minuten inaktiviert. Sinkt die Luftfeuchtigkeit unterhalb von 40 %, überleben die Viren und Mikroben ebenfalls stundenlang, vermutlich sogar auch erheblich länger. Sie werden in den ausgetrockneten Tröpfchen buchstäblich konserviert. Den physikalisch-biologischen Hintergrund dieser Beobachtung liefert die Aerosolphysik: Die Wasserabgabe bis zum Erreichen des thermodynamischen Gleichgewichtszustands führt bei rund 50 % relativer Feuchtigkeit zu einer mehrfachen Übersättigung der gelösten und suspendierten Substanzen. Diese supersaturierte Lösung in den Aerosol-Tröpfchen inaktiviert die Mikroben innerhalb weniger Minuten. Liegt die Raumluftfeuchtigkeit unterhalb eines Grenzwerts von 40 bis 45 %, erfolgt innerhalb von Sekunden eine Vertrocknung und Auskristallisation der Substanzen. In den vertrockneten Aerosolen werden die Mikroben eingeschlossen, ohne dass sie inaktiviert wurden. Die Zellmembranen bleiben intakt und die Mikroben behalten ihre Ansteckungsfähigkeit. Nach einer erneuten Hydrierung wie beispielsweise nach der Einatmung in einen feuchten Atemtrakt, werden die Mikroben wieder frei und können eine erneute Infektion auslösen.

Luftbefeuchtung als Prävention

Die Abbildung zeigt das im Jahr 1985 erstmals publizierte Scofield-Sterling Diagramm, mit dem klinisch und experimentell ermittelten optimalen Präventionsbereich der Luftfeuchtigkeit von 40 bis 60 %. Das Diagramm wurde überlagert von Kurvendarstellungen der Veränderungen eines aus dem Atemtrakt stammenden Aerosols in der Raumluft. Die Kurven zeigen rot die exponentielle Volumenabnahme (Wasserabgabe durch Verdampfung), gelb die Sättigungskurve mit einer maximal rund 13-fachen Übersättigung und grau die Abnahme des Aerosol-Durchmessers. Es lässt sich erkennen, dass der Präventions- und Behaglichkeitsbereich mit 40 bis 60 % relativer Feuchte deckungsgleich ist mit dem Bereich, in dem es zur Inaktivierung von Viren und Bakterien kommt. Eine behaglich befeuchtete Raumluft wirkt damit präventiv gegen aerogene Infektionen.
Trockene Raumluft, die besonders häufig im Winter auftritt, konserviert hingegen eine Gruppe von trockenresistenten Viren und Bakterien wie Grippe- und Erkältungsviren, aber auch Erreger von Darminfektionen. Es erscheint daher nur sinnvoll, dass die amerikanische Ingenieurvereinigung ASHRAE in einem „Positionspapier über luftübertragene Infektionskrankheiten“ (ASHRAE Position Document on Airborne Infectious Diseases) unter anderem den Einsatz von Luftbefeuchtungsmaßnahmen empfiehlt, um Pandemien vorzubeugen. Angenehme Nebenwirkung: Ein Raumklima, das uns und unsere Atemwege schützt. *

Kommentar

Willkommen im Aerosol-Zeitalter

Ich fordere, dass die Lüftungsbranche ihr Arbeitsmedium, die atmosphärische Luft, nicht mehr nur als verunreinigtes, trockenes Gasgemisch sieht und den Wasserdampf lediglich als Bedrohung wahrnimmt. Vielmehr ist der Wasserdampfanteil der dominante Bestandteil atmosphärischer Luft, der die physikalischen Eigenschaften aller trockenen und feuchten Aerosole in der Luft und auf Oberflächen entscheidend beeinflusst und damit auch über das „Schicksal“ der Mikroben entscheidet. Denn der Wasserdampf in der Raumluft bestimmt zusammen mit der Raumtemperatur und der Konvektion das Schwebeverhalten aller Partikel, ihre Sedimentationsgeschwindigkeit, ihr Feuchtwachstum, ihre Aggregation, ihre Haftung auf Oberflächen und ihre erneute Aufwirbelung. Der Wasserdampf spielt in unseren Gebäuden eine ähnlich dominante Rolle wie in der Natur für die Wetterphänomene.

Dr. Walter Hugentobler
Facharzt für Allgemeine Innere Medizin
walter.hugentobler@cci-dialog.de