

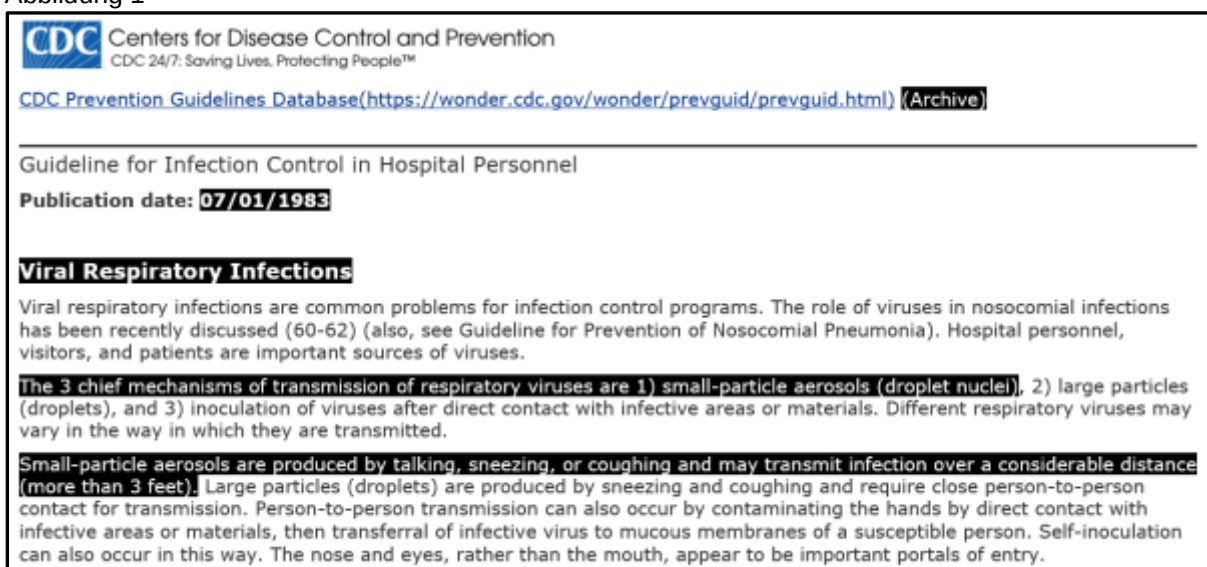
Wüstentrip für alle – offeriert von der Haustechnik, Erkältung inklusive!

In den letzten hundert Jahren hat die Raumlufffeuchtigkeit in unseren Gebäuden während der Heizperiode stetig abgenommen. Die Trockenheit hat ein zuvor nie dagewesenes Ausmass erreicht! Soziale und ökonomische Veränderungen, vor allem aber veränderte Bauweisen sind die Hauptursachen. Im Bau-Boom nach dem Zweiten Weltkrieg erforderten Kältebrücken und schlechte Gebäudeisolation aus Feuchteschutzgründen tiefe Luftfeuchtigkeit. Bei den heutigen, gut isolierten, luftdichten und leichten Gebäudehüllen sind es die ungeregelten mechanischen Lüftungen und die fehlende Trägheit und Speicherkapazität der Gebäudehüllen für Wärme und Feuchte, die zu extrem trockener Luft führen.

Das Hochbaugewerbe hat jahrzehntelang versucht, mit tiefer Raumlufffeuchte der Problematik schlechter Gebäudeisolationen entgegenzuwirken. Mit mässigem Erfolg. Im europäischen Durchschnitt kann in 20 bis 30% der Bestandsgebäude Schimmelpilze nachgewiesen werden! [1] Der Versuch, auf schlecht isolierten und deshalb kalten Wänden das Auftreten von Kondensat und Mikroben-Wachstum durch trockene Raumluff zu verhindern ist untauglich und hat fatale Folgen für unsere Gesundheit. Nur sehr gute Isolation und das konsequente Vermeiden von Kältebrücken kann Mikroben-Wachstum zuverlässig verhindern. Sind diese Voraussetzungen gegeben, kann die Luftfeuchtigkeit im Winter problemlos auf 40 bis 60% erhöht werden, ohne dass Feuchtigkeitsprobleme zu erwarten sind! Fataerweise verbessert tiefe Luftfeuchtigkeit die Voraussetzungen für die Luftübertragung von Mikroben. **Erst die aerogene Übertragung macht aus dem Risiko des lokalen Schimmelwachstums eine bronchiale Exposition und damit eine Erkrankung!** Wir wissen, dass bei Schimmelbefall die meist empfohlene Senkung der Luftfeuchtigkeit die Exposition und damit das Erkrankungsrisiko sogar erhöht. Steigerung der Luftfeuchtigkeit hingegen senkt die Exposition [1,2]. Nur vollständige Entfernung des pilzbefallenen Materials ist aus gesundheitlicher Sicht verantwortbar.

Ohne dass die Bevölkerung es bewusst wahrnimmt, halten wir uns alle im Winter wochenlang in einem Trockenklima auf, das nur mit der Wüste verglichen werden kann. In unserem gemässigten Klima liegt die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit bei Zimmertemperatur zwischen 50 und 70%. In unseren Wohn- und Arbeitsräumen hingegen sind Feuchtwerte zwischen 15 und 30% «salonfähig» geworden. Die Auswirkungen ausgeprägter Lufttrockenheit auf die Gesundheit der Bevölkerung wurden nie systematisch untersucht! Forschung und Literatur fokussieren ausschliesslich auf Komfortaspekte. Die Wissenschaft fand bis heute keinen Konsens zur Frage, weshalb die Atemwegsinfektionen mit absoluter Sicherheit in den Wintermonaten epidemisches Ausmass annehmen. Die Ursache der Saisonalität ist eng mit der Frage verknüpft, wie dominant die aerogene Übertragung für die heterogene Gruppe der «grippalen Infekte» ist. **Bis in die 80iger Jahre ging die Schulmedizin davon aus, dass die Aerosolübertragung der wichtigste Übertragungsweg für die viralen respiratorischen Infekte sei. Dies wurde 1983 auf der Homepage des CDC letztmals so festgehalten (siehe Abbildung 1, <https://wonder.cdc.gov/wonder/PrevGuid/prevguid.html>).** Ohne neue Erkenntnisse, wurde dieser Übertragungsweg für die viralen respiratorischen Infekte **in allen späteren Dokumenten weggelassen.** Die Erkenntnisse jahrzehntelanger Erforschung der Aerosolübertragung wurden als überflüssig in die Mottenkiste der Geschichte verbannt! Fachleute und Laien glaubten damals, dass bessere Impfungen und Antibiotika die Infektionskrankheiten definitiv unter Kontrolle bringen würden ... Zweit aktuelle epidemiologisch-statistische Untersuchungen [3,4] haben übereinstimmend aufgezeigt, dass in unserem gemässigten Klima, Zitat «... die absolute Luftfeuchtigkeit sowohl die Saisonalität der Grippe bestimmt, als auch das Timing der individuellen Grippewellen» und «Die grösste Grippeaktivität tritt weltweit jeweils im kältesten Monat oder im Monat danach auf». **Die eindruckliche Konstanz des Klimabezuges legt nahe, dass ein dominanter, zuverlässig wiederkehrender, klimaassoziierter Faktor existieren muss!** Tiefste absolute Luftfeuchtigkeit und tiefste Temperaturen koinzidieren (als Folge des gesetzmässigen physikalischen Bezuges) mit der tiefsten relativen Luftfeuchtigkeit in geheizten Innenräumen. Hier halten wir uns zu rund 90 % unserer Lebenszeit auf, pflegen Nähe und Kontakte und teilen Atemluft und Umgebung miteinander. Hier, in den Innenräumen, bietet die tiefe relative Luftfeuchtigkeit ideale Voraussetzungen für die Aerosol-Übertragung und führt die Austrocknung der infektiösen Aerosole zur langen Überlebenszeit von Viren und Bakterien in der Luft und auf Oberflächen [5,6,9,11,12,13,14].

Abbildung 1



Ohne Einblick in den **Mikrokosmos der Aerosole** und die neuen Erkenntnisse aus der **Erforschung des Mikrobioms durch Genom-Sequenzierung** sind die Interaktionen zwischen Mensch, Mikroben, Oberflächen sowie Luft und Wasser nicht verständlich. Die präventive, inaktivierende Wirkung von Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 60% kann nur mit der Aerosol-Physik erklärt werden [5,16]. Erst die Möglichkeit, das Mikrobiom in der Luft und auf zahlreichen Oberflächen zu analysieren konnte aufzeigen, **dass auch auf nie berührten Oberflächen 20 bis 30% der Mikroben von unseren Ausscheidungen und unserer Haut stammen** [7,8,10,15]. Die Mikroben gelangen als «trockene» oder «feuchte» Aerosole durch Luftübertragung auf alle Oberflächen. Sie können jederzeit durch unsere Aktivitäten aufgewirbelt werden [7,8] und nach Inhalation in unsere Atemwege Infektionen und Allergien auslösen [5,10,11,13].

Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 60% fehlt in unseren Gebäuden während der Heizperiode praktisch vollständig. Diese «Feuchte-Lücke» hat zur Folge, dass infektiöse Aerosole die aus unserem Atemtrakt und dem Verdauungstrakt (Erbrechen, Durchfall) stammende, in der Luft durch Austrocknung konserviert werden, anstatt bei mittlerer Luftfeuchtigkeit durch super-konzentrierte Eiweiss- und Salzlösungen in den Aerosolen (konzentrierter Schleim, Speichel) inaktiviert zu werden [5,14].

Trockene Luft verschlechtert durch Schleimhaut-Austrocknung bei rund der Hälfte der Bevölkerung die mukoziliäre Clearance und die Immunabwehr. Alle Personen, die nicht ideale Voraussetzungen haben bezüglich der Atemwege (Nasenanomalien, Adenoide, nasale und pulmonale Allergien, chronische und rezidivierende ORL-Infekte, COPD, Kleinkinder, Senioren und Raucher) sind mit der von ihnen geforderten Erwärmung und Befeuchtung der Atemluft überfordert. **Denn unabhängig von der Feuchte der angebotenen Raumluft müssen wir alle zwingen die Atemluft auf 37 °C und 100% Luftfeuchtigkeit konditionieren.** Die Erwärmung der Atemluft ist, bei immer vorhandener Überschusswärme, problemlos möglich. Die Befeuchtung der Einatemungsluft hingegen und die Rückgewinnung von rund der Hälfte der Feuchte aus der Ausatemungsluft im 2-Sekundentakt sind eine physiologische Höchstleistung, die nicht von allen Personen erbracht werden kann. Schleimhautaustrocknung, Wasserverlust und Verschiebung der Isothermen Sättigungsgrenze in den Bronchialbaum mit Schädigung der Bronchialschleimhaut, sind die Folgen!

Arundel, Scofield und Sterling [9] haben in einer bemerkenswerten Publikation 1986 den Feuchtebereich zwischen 40 und 60% als «optimal für die Minimierung von gesundheitlichen Problemen» beschrieben. Sie haben dies in Bezug auf die Atemwegserkrankungen mit sechs klinischen Arbeiten belegt. Diese Arbeiten zeigten, dass durch eine präventive Luftbefeuchtung im Winter in vergleichenden Studien bei Kindern 50% und bei Erwachsenen 25% der Atemwegsinfekte verhindert werden können. Die Arbeitsunfähigkeit/Absenzen konnten im Winterquartal durch diese Prävention um 20% reduziert werden.

Die Ausweitung unsere Optik, weg von der Fokussierung auf pathogene Mikroben, hin zur **Gesamtbetrachtung des Mikrobioms und seiner «Dysbiose»** hat wesentliche, neue Erkenntnisse gebracht. Die vielfältigen Interaktionen zwischen unserem Mikrobiom und dem **Mikrobiom auf den Oberflächen, der Luft und dem Wasser in unserer gebauten Umwelt** wurden verständlicher. Wir erkennen zunehmend, wie wichtig neben der (**überbewerteten**) **Kontaktübertragung** die **Verbreitung der Mikroben über die Luft und das Wasser** sind. Pilze, Bakterien, Viren und Allergene gelangen in

unsere Raumluft durch die Lüftungsanlagen, vor allem aber durch **direkten Eintrag** von unserer Haut und Ausscheidungen, **durch Aufwirbelung** infolge unserer Aktivitäten sowie durch **aerosolisierende Prozesse** aus Flüssigkeiten [5,6,7,8,10], so z.B. durch WC-Spülung (Noro- und Coronaviren), Händewaschen, Duschen oder durch Kühltürme (Legionellen).

Sowohl in der belebten Natur als auch in unserer gebauten Umwelt ist das Wasser die absolut zentrale Ressource für alles mikrobielle Leben [1,10,15]. Was die meisten Ärzte nicht realisieren, ist der Umstand, dass weder Pilze noch Bakterien ihren Wasserbedarf aus der Luftfeuchtigkeit, das heisst aus gasförmigem Wasser decken können! Sie sind immer auf liquides Wasser angewiesen das nur in porösen Materialien, im Kondensat auf festen Oberflächen und im Nassbereich verfügbar ist [1,10]. **Letztlich aus diesem Grund ist der beste Weg zur Verhinderungen von unerwünschtem mikrobiellem Wachstum nicht die Reduktion der Luftfeuchtigkeit, sondern die Verhinderung der Kondensat-Bildung!** Der ideale Weg dazu ist in unserem gemässigten Klima eine gut isolierte Gebäudehülle. Sie verhindert zuverlässig Unterschreitungen der Taupunkttemperatur respektive Unterschreitung der kritischen Temperatur für das Pilz- oder Bakterienwachstum.

Die Viren und Bakterien, die uns in der Heizperiode saisonale Epidemien bescheren, habe bemerkenswerte, gemeinsame Eigenschaften. **Es sind dies Influenza, RS- und Corona-Viren, Noro- und Rota-Viren, die Viren der klassischen Kinderkrankheiten (die vor den Impfkampagnen saisonal im Winter grassierten!) und Bakterien wie Strepto-, Pneumo-, Meningo- und Staphylokokken.** Sie alle sind gut als Aerosole übertragbar. Sie alle werden bei mittlerer Luftfeuchtigkeit rasch in der Luft und auf Oberflächen inaktiviert. Bei tiefer Luftfeuchtigkeit aber überleben sie in den trockenen Aerosolen in einem inaktiven, «schlafenden» Zustand. In der Luft schwebend und von Oberflächen oder aus Flüssigkeiten «Re-Suspendiert» können sie jederzeit wieder eingeatmet werden. Dort, in unseren feuchten Atemwegen werden sie reaktiviert und machen uns krank. **Die Mikroben sind uns erneut einen Schritt voraus: sie nützen die von uns zugelassene «Feuchte-Lücke» gnadenlos aus!**

Referenzen:

- [1] Adan O, Samson R, Fundamentals of mold growth, Wageningen Academic Publishers, 2011
- [2] Schimmel im Haus, Rathgeber Bundes Umweltamt, Seite 17, Dezember 2014
- [3] Shaman J et al, (2010) Absolute Humidity and the Seasonal Onset of Influenza in the Continental United States, PLOS Biology, Feb. 2010, Vol. 8, Issue 2
- [4] Baumgartner EA et al, (2012) Seasonality, Timing and Climate Drivers of Influenza Activity Worldwide, The Journal of Infectious Disease, 2012:206
- [5] Yang W, Marr LC, (2012) Mechanisms by Which Ambient Humidity May Affect Viruses in Aerosols, Applied and Environmental Microbiology p. 6781–6788, October 2012 Volume 78 Number 19
- [6] Thomas Y et al, 2008, Survival of Influenza Virus on Banknotes, Applied and Environmental Microbiol.
- [7] Hospodsky D et al, (2012) Human Occupancy as a Source of Indoor Airborne Bacteria. PLoS ONE 7(4): e34867, doi: 10.1371/journal.pone.0034867
- [8] Hospodsky D et al, (2015) Characterizing airborne fungal and bacterial concentration and emission rates in six occupied children's classroom, Indoor Air 2015; 25: 641–652
- [9] Arundel AV, Sterling EM et al, (1986) Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environment, Environmental Health Perspectives, Vol. 65, 351-61
- [10] Chase J et al, (2016) Geography and Location are the primary Drivers of Office Microbiome Composition, mSystems 1(2): e00022-16. Doi, American Society of Microbiology
- [11] Lowen AC et al, (2007) Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature, PLoS Pathog 3(10): e151. doi:
- [12] Dunklin EW, (1948) The Lethal effects of Relative Humidity on Bacteria, thesis University of Chicago
- [13] Weber TP, Stilianakis NI, (2008) Inactivation of influenza A viruses in the environment and modes of transmission, a critical review, Journal of Infection 57, 361e373
- [14] Noti JD, (2013) High Humidity Leads to Loss of Infectious Influenza Virus from Simulated Coughs, PLoS ONE 8(2): e57485, doi: 10.1371/journal.pone.0057485
- [15] Gibbons SM, (2016) The Built Environment is a Microbial Wasteland, mSystems 1(2): e00033-16
- [16] Hinds WC, Aerosol Technology, John Willey & Sons, 1999