Gesundheitsgefährdung durch zu trockene Luft

W. Hugentobler

Institut für Hausarztmedizin, Universität Zürich, Schweiz

Zusammenfassung— *In den DIN EN Normen wird je nach Raumluft-Kategorie eine Untergrenze der Luftfeuchtigkeit zwischen 20 und 35 Prozent empfohlen. Für gesundes Wohnen und Arbeiten ist jedoch eine Untergrenze von 40 Prozent relativer Feuchte erforderlich. In der Heizperiode wird dieser Wert über Tage und Wochen unterschritten. Die inaktivierende Wirkung der Luftfeuchtigkeit auf Grippe und Erkältungsviren wird dadurch verhindert. Vermehrte Atemwegsinfektionen und Arbeitsausfälle sind die Folge, wie mehrere Studien gezeigt haben. Tiefe Luftfeuchtigkeit überfordert zudem die Befeuchtungsleistung der Nasen von rund der Hälfte der Bevölkerung. Der Schleimtransport und damit die Reinigung der Atemwege sowie die Immunabwehr leiden unter der Austrocknung. Trockenheitsbeschwerden und Nasenbluten sind die Folge. Vor allem werden wiederholte Infektionen der oberen und unteren Atemwege gefördert.*

Schlagwörter— *40 Prozent Feuchte-Untergrenze, Inaktivierung von Grippe und Erkältungsviren durch Luftfeuchtigkeit, Austrocknung der Nasenschleimhaut, Atemwegsinfektionen, Arbeitsausfälle*

Das Bewusstsein für eine angemessen Feuchtigkeit der Atemluft war bis zur Jahrtausendwende in der Ärzteschaft und in Forschung und Lehre verbreitet vorhanden [1-3]. Man war sich bewusst, dass die Feuchte-Bedürfnisse der Gebäudenutzer beim damaligen Stand der Bautechnik nur in qualitativ hochwertigen Bauten ohne Feuchte-Problematik erfüllbar waren.

Heute kann, infolge der guten Gebäudeisolation, im Neubaubereich die Feuchte-Problematik vermieden werden. Grösstes Hindernis für die Realisierung einer höheren Feuchte-Untergrenze sind heute 1. die mangelhafte Kenntnis der krankheitspräventiven Wirkung der Luftfeuchte 2. die nur mit grossen Investitionen lösbare Feuchte-Problematik im Altbaubestand und bei energetischen Sanierungen.

In der Diskussion über den richtigen Feuchtebereich darf das sogenannte Scofield-Sterling Diagramm nicht ignoriert werden. Die drei kanadischen Ingenieure Scofield, Sterling und Arundel, alle drei ASHRA Mitglieder [4], haben es 1985 publiziert [5]. Sie definierten den idealen Feuchtebereich zwischen vierzig und sechzig Prozent relativer Feuchte. Oberhalb und unterhalb dieses Bereiches nehmen die Nebenwirkungen zu, im Diagramm als zunehmend dickere Balken illustriert (Abb. 1).

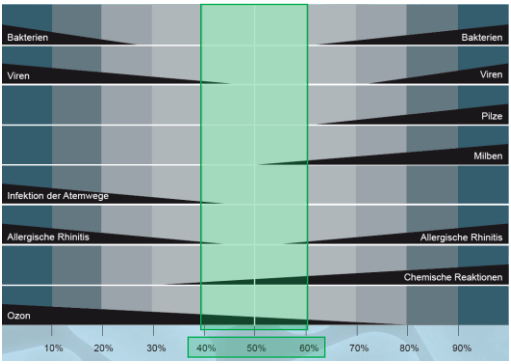

Abb. 1 Scofield-Sterling Diagramm, publiziert 1985

Vierundsiebzig referenzierte Publikationen bilden die Basis für die zentrale Aussage dieser bedeutenden wissenschaftlichen Studie. Im Gegensatz zu allen anderen Publikationen über diese Thematik, nimmt die Arbeit Bezug auf neun klinische Studien. Diese haben den Effekt einer Luftbefeuchtung in der Heizperiode auf Atemwegsinfektionen und Arbeitsausfälle in zwei vergleichbaren Studiengruppen untersucht. Zwei Studien sind missglückt, da es mit den zur Verfügung stehenden Luftbefeuchtern nicht gelungen ist, die Luftfeuchtigkeit anzuheben. Sieben Studien [6-12] haben gezeigt, dass die Anhebung der Luftfeuchtigkeit auf über vierzig Prozent die Anzahl der Atemwegsinfektionen und Arbeitsausfälle reduziert. Die Reduktion der Atemwegsinfektionen betrug bei Erwachsene fünfundzwanzig Prozent, für Kinder fünfzig Prozent. Die absolute Reduktion der Krankheitstage betrug zwanzig Prozent (RRR 0.48 %). Die zu erwartende Lohnkosteneinsparung durch Luftbefeuchtung im Winter betrug eindrückliche 0.9 Prozent der Jahreslohnsumme (Lohnzahlen basieren auf Hochrechnungen des Autors).

Ob Luftfeuchtigkeit um dreissig Prozent, oder auch darunter, noch „akzeptabel“ sei für Gebäudenutzer, obwohl ausserhalb der optimalen Komfortzone liegend, war die Fragestellung in zahllosen Studien. Ohne jede Ausnahme wurden lediglich Komfortaspekte der trockenen Luft untersucht!

Untersucht wurden subjektive und objektive Auswirkungen von trockener Luft auf Augen, Haut, Nase, Stimme und die Komfortempfindung des Raumklimas. Keine einzige Studie hat Infektionen und Krankheiten wie Allergien oder Asthma, Einnahme von Medikamenten, Arbeitsausfälle, Arztbesuche oder Hospitalisationen in zwei Personengruppen mit und ohne Luftbefeuchtung untersucht!

Wir sind mit der bedenklichen Situation konfrontiert, dass unser Wissen über die gesundheitlichen Konsequenzen von tiefer Luftfeuchtigkeit vollständig auf älteren klinischen Studien beruht (die ignoriert werden!) und auf neueren Studien, die nur Komfortaspekte untersucht haben. Die gesamte Wohnbevölkerung unserer gemässigten Klimazone wird im Winter einem Innenraumklima ausgesetzt, das mit einem kontinentalen Wüstenklima vergleichbar ist – ohne fundiertes Wissen über die möglichen Konsequenzen. Sollten sich die Gesundheitsbehörden nicht Sorgen machen über diese Situation? Bei Abwägung aller Vor- und Nachteile gibt es bis heute keine Erkenntnisse, die eine Verschiebung des optimalen Feuchtebereiches von 40 bis 60 Prozent in einen trockeneren Bereich rechtfertigen.

Der Fachverband Gebäudeklima e.V. (FGK), ein Branchenverband der deutschen Klima- und Lüftungswirtschaft, setzt sich für eine Untergrenze bei vierzig Prozent ein, wie das auch von vielen Arbeitsmedizinern gefordert wird. In einem Status-Report [13] hat der Fachverband FGK 2015 festgehalten „In den Wintermonaten besteht ein Befeuchtungsbedarf an über 80% der Anlagenbetriebszeit. Eine Raumluftfeuchtigkeit von etwa 40% wird an etwa 80% der Tage im Winter nicht erreicht“ (ohne aktive Befeuchtung, Anm. des Autors).

In den DIN Normen finden sich lediglich Empfehlungen für die Untergrenze der Luftfeuchte. Die aktuelle DIN EN 15251:2012-12 definierte für die Raumklima-Kategorien I –IV eine Untergrenze von <20/20/25/30 Prozent, empfiehlt noch die Kategorie II, mit der Untergrenze 25%. Diese Empfehlung fehlt im Entwurf für die DIN EN 16798-1:2015-07!

Ingenieure aus den verschiedensten Fachbereichen sind bei der Erarbeitung nationaler und europäischer Baustandards praktisch unter sich. Die Medizin scheint sich für das Thema nicht mehr zu interessieren und steht abseits. Für Ingenieure stellen tiefe Feuchte-Limits augenscheinlich kein Problem dar. Sie verweisen auf Studien der Forscher Proctor und Andersen aus den 60iger und 70iger Jahren [14-17]. Diese Studien, durchgeführt mit jungen, gesunden Dänischen Studenten, kamen zum Schluss „Tiefe Luftfeuchtigkeit schadet der menschliche Nase nicht“. Perfekt geformte und funktionierende Nasen können in der Tat eine maximale Klimatisierung in trockener Luft erbringen. Das Problem dabei ist – die andere Hälfte der Bevölkerung wird übergangen!

Ewert [18], Salah [19] und Sunwoo [20] haben Personen unterschiedlichen Alters untersucht. Im Gegensatz zu den erwähnten Arbeiten von Proctor und Anderson fanden sie, dass der

Selbstreinigungs-Mechanismus der Nasenschleimhaut stark von der Luftfeuchtigkeit abhängig ist! Unterhalb von siebzig Prozent Feuchte (Ewert) beginnt die Transportgeschwindigkeit des Schleimes kontinuierlich abzunehmen bis sie schliesslich Null beträgt und die Schleimhaut ausgetrocknet ist. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Resultaten vieler Versuche an diversen Tierarten.

Was sind die möglichen Auswirkungen von trockener Luft auf unsere Atemwege, insbesondere die Nase? Fakt ist, dass die menschliche Physiologie kompromisslos verlangt, dass die Atemluft zu hundert Prozent befeuchtet und auf 37 Grad angewärmt in den Lungenbläschen ankommt. Unsere Nasen sind für den allergrössten Teil dieser Befeuchtung und Erwärmung, „Konditionierung“ genannt, zuständig. Trockene Raumluft erzwingt von allen im Raum anwesenden Personen eine maximale Befeuchtungsleistung der Nase. Aus aktuellsten Studien wissen wir, dass eine solche Leistung nur von perfekt geformten und funktionierenden Nasen erbracht werden kann! Gut fünfzig Prozent der Menschen aller Altersklassen (nicht nur Säuglinge und Senioren), all diejenigen mit Allergien, mit chronischen, akuten und wiederkehrenden Infekten von Nase und Nasennebenhöhlen, Kinder mit vergrösserten Rachenmandeln sowie Raucher, sind damit überfordert! Ihre Nasenschleimhaut kann die trockene Atemluft nicht genügend anfeuchten und erwärmen ohne dabei selber auszutrocknen. Dies verursacht vielfältige Krankheiten, vom Nasenbluten bis zu wiederkehrenden Infektionen der oberen Atemwege (Nase, Nebenhöhlen, Rachen, Ohren) und der unteren Atemwege (Bronchien, Lunge).

Aktuellste Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass bei übermässiger Feuchtigkeitsabgabe die Flimmerhärchen (Zilien) der Schleimhaut niedergedrückt werden und so zunehmend bewegungsunfähig werden [21, s. Abb. 2 und 3]. Gleichzeitig wird die klebrige Schleimschicht oberhalb der Zilien zähflüssiger und verdünnt sich. Schliesslich kommt die sogenannte „mukoziliäre Clearance“ vollständig zum Stillstand.

Baunormen sollten alle Personen schützen und ganz besonders die schwächsten Glieder der Gesellschaft. Ungeachtet dessen wird rund die Hälfte der Bevölkerung jeden Winter durch trockene Raumluft und dadurch bedingte Schleimhautaustrocknung einem Gesundheitsrisiko ausgesetzt. Die immer wieder vorgebrachte Behauptung, dass die Austrocknung durch genügendes Trinken verhindert werden könne, ist schlicht falsch!

Grafik: Schleimhäute in feuchter Luft (links) und in trockener Luft (rechts)

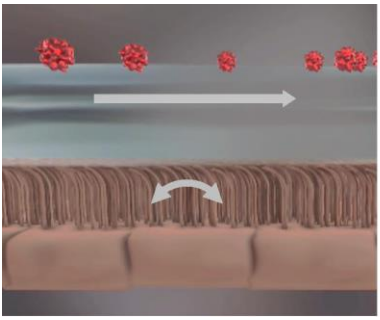

Abb.2.: Oberflächliche „Gel-Schicht“ und “Bürsten-Schicht“ mit Zilien, gut befeuchtet. Die Zilien schlagen vor und zurück und transportieren Schleimschicht und Erreger gegen den Kehlkopf, wo sie verschluckt oder ausgehustet werden können.

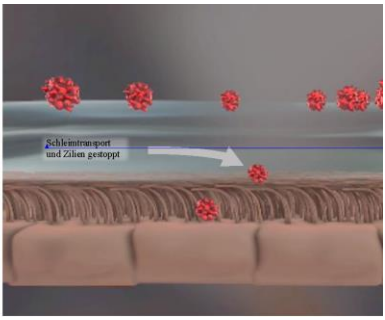

Abb. 3: In trockener Luft geben beide Schichten Wasser an die trockene Atemluft ab. Die Zilien werden niedergedrückt und immobilisiert. Der Schleimtransport stoppt, die Erreger können in die Schleimhautzellen eindringen und eine Infektion auslösen.

Eine befeuchtete Kehle hilf der Nase und den Bronchien nicht bei der Befeuchtung der Raumluft und kann die Austrocknung auch nicht verhindern. Der ebenfalls häufig vorgebrachte Einwand, dass die Wahrnehmung der Trockenheit lediglich bedingt sei durch vermehrte Staubbelastung und nicht durch die Trockenheit an sich, ist unlogisch. Wenn keine industriellen Stäube anfallen, das heisst in Gebäuden zum Wohnen und Arbeiten, ist Trockenheit eine wesentliche Ursache (zusammen mit ungenügender Reinigung und Luftströmungen) vermehrter Staubbelastung. Befeuchtung kann beides vermindern – Staubbelastung und das Gefühl der Trockenheit!

Die Ärzteschaft ist sich bewusst, dass Feuchtigkeit für die Funktionsfähigkeit und Immunabwehr der Schleimhäute von zentraler Bedeutung ist. Gleichzeitig besteht, wie bei den Ingenieuren, eine generelle Furcht vor Feuchtigkeit im Gebäude. Die Bedenken basieren auf dem Umstand, dass Feuchtigkeit Pilz- und Bakterienwachstum auf Oberflächen fördert. Völlig ausser Acht gelassen werden dabei die Interaktionen zwischen der Luft-feuchtigkeit, den Oberflächen, Luftströmungen und der Luftübertragung von Erregern.

Neueste Forschungsresultate bestätigen [22], was wir bereits seit über fünfzig Jahren wissen: für Menschen komfortable Luftfeuchtigkeit von über vierzig Prozent, ist für ausgehustete Grippe und Erkältungsviren innert Minuten tödlich. Unterhalb von vierzig Prozent Luftfeuchte werden Grippe und Erkältungsviren sozusagen „konserviert“. Sie bleiben stundenlang infektionsfähig, können eingeatmet und im Gebäude verteilt werden. Dies ist auch eine wichtige Teilursache der immer häufigeren nosokomialen Spitalinfektionen. Studien gehen davon aus, dass 10–33 Prozent dieser Infekte auf dem Luftweg übertragen werden [23] und damit durch tiefe Luftfeuchtigkeit begünstigt werden.

Die Vorstellung, dass eine mittlere, für uns Menschen angenehme Luftfeuchte viele Viren inaktivieren kann, ist zunächst irritierend für Mediziner und Laien. Ebenso die Vorstellung, dass abnorm tiefe Luftfeuchtigkeit Viren konservieren und infektionsfähig halten kann! Beim näheren Hinsehen erkennen wir ein geniales Konzept. Die Natur offeriert uns bei genügender Luftfeuchtigkeit einen „kostenlosen“ Infektionsschutz gegen die feuchtigkeitsempfindlichen, trockenheitsliebenden Grippe- und Erkältungsviren. Wir können davon profitieren, solange wir den durch unser Klima, die physikalischen Gesetze und die menschliche Physiologie vorgegebenen, komfortablen Feuchtebereich von vierzig bis sechzig Prozent nicht mutwillig und freiwillig verlassen - in unseren gut geheizten, gut isolierten und belüfteten aber schlecht befeuchteten Häusern.

Literatur

[1] W. Diebschlag: Über die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für die Atembarkeit der Luft, Psych. Beiträge, Bd. 38, S. 58-78, 1996

[2] E. Grandjean: Wohnphysiologie, Grundlagen gesunden Wohnens, Verlag für Architektur Artemis Zürich, 1973

[3] G. Ritzel: Sozialmedizinische Erhebung zur Pathogenese u. Prophylaxe von Erkältungskrankheiten, Zeitschrift für Präventivmedizin,1966

[4] ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers

[5] Criteria for Human Exposure to Humidity in Occupied Buildings, ASHRAE Transactions, Vol. 91, Part 1, 1985

[6] G. Ritzel: Sozialmedizinische Erhebung zur Pathogenese u. Prophylaxe von Erkältungskrankheiten, Zeitschrift für Präventivmedizin, 1966

[7] Ch. Sale: Humidification to Reduce Respiratory Illnesses in Nursery School Children, Southern Medical Journal, Vol. 65, No. 7, 7/1972

[8] A. Gelperin: Humidification and Upper Respiratory Infection Incidence. Heating, Piping and Air Conditioning, 45:3, 1973

[9] G. Green: The Effect of Indoor Relative Humidity on Absenteeism and Colds in Schools, ASRAE JOURNAL, 1/1975

[10] G. Green: Winter Humidities and Related Absenteeism in Canadian Hospitals. Digest of the 3rd CMBES Clinical Engineering Conference, 1981

[11] G. Green: The Effect of Indoor Relative Humidity on Absenteeism and Colds in Schools, ASHRAE Trans.Vol. 80, Part. II. V,

[12] G. Green: Indoor Relative Humidities in Winter and Related Absenteeism, ASHRAE Trans. 1985, Vol.91, Part I

[13] FGK-STATUS-REPORT Nr. 8, Fragen und Antworten zur Raumluftfeuchte, Nr.: 139, Seite 10, 06/2015,
[14] IB Andersen: Human Nasal Mucosal Function under four controlled Humidties, American Revue of Respiratory disease, Vol. 106, 1972
[15] IB Andersen: Human Response to 78 Hour Exposure to Dry Air, Arch Environ Health, Vol. 29, 12/1974
[16] DF Proctor: Nasal Mucociliary Function and the Indoor Climate, Journal of Occupational Medicine, Vol. 15, No. 3, 3/1973
[17] DF Proctor: Nasal Mucous Transport and our Ambient Air, Laryngoskope 93, 1/1983
[18] G. Ewert: On the mucus flow rate in human nose, Acta oto-laryng., Suppl. 200, Stockholm 1965
[19] B. Salah et al: Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air, Eur Respir J, 852-855, 1988
[20] Y Sunwoo: Physiological and Subjektive Response to Low Relative Humidity in Young and Elderly Men, J Physiol Anthropol, 25: 229–238, 2006
[22] JD Noti et al: High Humidity Leads to Loss of Infectious Influenza Virus from Simulated Coughs, PLOS ONE, Volume 8, Issue 2, e57485, 2/2013
[23] A. Fernstrom, M. Goldblatt: Aerobiology and Its Role in the Transmission of Infectious Diseases, Journal of Pathogens, Article ID 493960, 2013