

Zu trockene Luft im Büro!

Welchen Einfluss hat die Luftfeuchte auf die
Gesundheit am Arbeitsplatz?



Gesünder arbeiten im Büro!

Gesünder arbeiten im Büro ist eines der Ziele, das sich Deutsches Netzwerk Büro e.V. als der Verein für eine Neue Qualität der Büroarbeit gestellt hat. Ein wichtiges Anliegen, denn bei uns in Deutschland arbeiten mehr als 17 Millionen Menschen im Büro.

Wie Untersuchungen ergeben haben, sind noch immer rund 1/3 aller Arbeitsplätze nicht optimal gestaltet. Und in vielen Büroräumen steht es um die Luft nicht so, wie es sein sollte. Negative Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden können die Folge sein. Dabei bedarf es im Büro nicht unbedingt aufwändiger Technik, um das Luftklima zu verbessern. Häufig – und besonders in den Wintermonaten – ist die Luft einfach zu trocken, es fehlt an Feuchte.

Ausführlich zu diesem Thema informiert Sie die erste Ausgabe unserer neuen Broschürenreihe „ratgeber buero“. Sie erfahren nicht nur, weshalb die Luft häufig zu trocken ist und wie sich dies auf die Menschen im Büro auswirkt, sondern auch konkret, was man tun kann, um die Bedingungen zu verbessern – bis hin zu Beispielen aus der Praxis.

Und wenn Sie mehr wissen möchten über Deutsches Netzwerk Büro e.V., besuchen Sie unsere Website www.dnb-verein.de.

Deutsches Netzwerk Büro e.V.

Manfred Gerz
Vorstand

Volker Wessels
Vorstand

Herausgeber:

Deutsches Netzwerk Büro e.V.

Sprudelhof 11
61231 Bad Nauheim

Tel.: +49 (0) 6032 73599

Fax: +49 (0) 6032 73566

E-Mail: info@dnb-verein.de

Internet: www.dnb-verein.de

Gestaltung/Produktion:
www.filuschi-fiore.de

Diese Broschüre entstand mit fachlicher Unterstützung von DRAABE Industrietechnik GmbH, www.draabe.de





Mitarbeiter müssen sich bei der Arbeit wohlfühlen. Die richtige Arbeitsumgebung ist dafür eine Grundvoraussetzung. Motivation, Leistungsfähigkeit und Gesundheit lassen sich durch eine zeitgemäße Gestaltung des Arbeitsplatzes positiv beeinflussen. Ein entscheidender Einflussfaktor auf das Wohlbefinden ist das Raumklima im Büro: Gute Raumluftqualität, die richtige Temperatur und eine ausreichende Frischluftzufuhr sind wichtige Faktoren für die Zufriedenheit und das Wohlfühlen am Arbeitsplatz.

Wohlfühlfaktor

Die optimale Luftfeuchte wird dabei häufig als „Wohlfühlfaktor“ unterschätzt. Eine Befragung von über 4.500 Bürobeschäftigten im Rahmen des „Proklima-Projektes“ zum Thema Sick-Building-Syndrom¹ bestätigt hingegen der Raumluftfeuchte großen Einfluss auf das wahrgenommene Raumklima: Befragt nach den als negativ empfundenen raumklimatischen Aspekten antworteten 79,5 % „zu trockene Luft“; danach folgten mit 57,1 % „zu warm“ und mit 48,1 % „verbrauchte Luft“.

Gesundheit



Zu trockene Luft hat jedoch nicht nur Einfluss auf das subjektive Wohlbefinden, sondern auch auf die Gesundheit am Arbeitsplatz. In Fachkreisen wird dieser Aspekt derzeit unterschiedlich bewertet und kontrovers diskutiert. Ein Positionspapier des Fachausschusses „Einwirkungen und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, dem Auswertungen von Studien aus den Jahren 1960–2004 zu Grunde liegen, fasst zusammen, dass es keine eindeutigen Ergebnisse gibt, die eine rechtlich verbindliche Mindestluftfeuchte begründen würden. Auf den folgenden Seiten werden die möglichen Wirkungsfelder zu geringer Luftfeuchte näher beleuchtet. Durch die Berücksichtigung aktueller Untersuchungen wird dabei insbesondere auch neuesten Erkenntnissen und Experten-Meinungen Rechnung getragen.

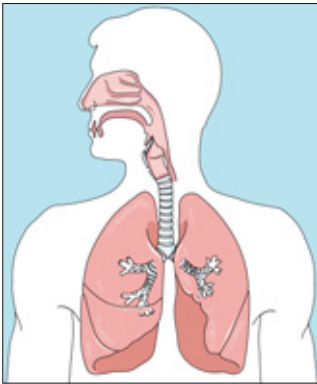
¹⁾ Expositionen und gesundheitliche Beeinträchtigungen in Bürogebäuden (2003) – Ergebnisse des Proklima-Projektes – Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Selbstreinigungsfunktion der Schleimhäute

Der menschliche Körper wird täglich von einer Vielzahl krankheitserregender Mikroorganismen angegriffen. Doch der Mensch kann sich vor diesen Angriffen schützen. Insbesondere die Schleimhäute des Atmungstraktes (Nase, Bronchien, Lunge) erfüllen eine wichtige Schutz- und Selbstreinigungsfunktion. Innerhalb der Atemwege findet ein kontinuierlicher Reinigungsprozess statt – die sogenannte „Mucociliar Clearance“². Aktuelle Untersuchungen von Prof. Dr. Guggenbichler² zeigen, dass dieser Reinigungsprozess entscheidend von der Raumluftfeuchte abhängt.

Mucociliar Clearance (MCC)

Die Schleimhäute der Atemwege bestehen überwiegend aus Zellen, die auf ihrer Oberseite dichte Büschel von Flimmerhärchen (Zilien) tragen. Zwischen diesen Zilien befinden sich Becherzellen, die fortlaufend ein dickflüssiges Gel produzieren, das sich wie ein klebriger Film über die Flimmerhärchen legt. Eingeatmete Mikroorganismen, Staub und Allergene werden auf der klebrigen Gel-Schicht festgehalten und dann durch peitschenschlag-ähnliche Bewegungen der Flimmerhärchen kontinuierlich aus Nase, Bronchien und Lunge heraustransportiert – z. B. durch Husten oder Schlucken. Entscheidend für die Selbstreinigungswirkung der Schleimhaut ist die Effektivität des Flimmerhärchenschlages und die Viskosität des zu entfernenden Sekretes. Je schneller Mikroorganismen abtransportiert werden, desto geringer ist das Risiko einer Erkrankung der Atemwege. Klinische Untersuchungen von Prof. Dr. Guggenbichler ergaben, dass eine Austrocknung der Schleimschicht von außen durch zu geringe Luftfeuchtigkeit die Transportgeschwindigkeit maßgeblich beeinflusst. Ist die Luft zu trocken, erhöht sich die Viskosität der Gel-Schicht, die Beweglichkeit und somit die Schlagfrequenz der Flimmerhärchen erlahmt und damit die Selbstreinigungsfunktion der Schleimhäute. Fazit der Untersuchungen ist, dass für eine effiziente, schnelle Klärfunktion der Luftwege eine ausreichend hohe Luftfeuchtigkeit von mindestens 30 % nötig ist. Die schnellste Transportgeschwindigkeit wurde bei einer relativen Luftfeuchte von 45 % erreicht. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit unter 20 % blockieren die Flimmerhärchen vollständig, und die Immunabwehr des Körpers ist um eine wichtige Schutzfunktion geschwächt.



²⁾ Univ.-Prof. Dr. J. Peter Guggenbichler (2007), Klinik für Kinder und Jugendliche der Universität Erlangen

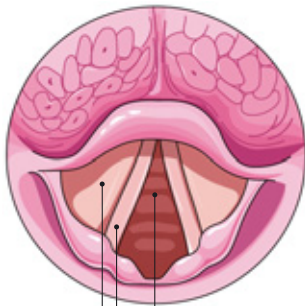
Übertragung Grippe-Viren



Amerikanische Wissenschaftler der Mount Sinai School of Medicine (New York) haben den Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Übertragung von Influenza-Viren untersucht³. Es zeigte sich, dass bei einer relativen Luftfeuchte zwischen 20 % – 35 % das Risiko sich mit einem Influenza-A-Virus anzustecken etwa dreimal so hoch ist im Vergleich zu einer mittleren Raumluftfeuchte von 50 %. Die Gründe dafür werden auf drei Untersuchungsergebnisse zurückgeführt:

- 1) Die Selbstreinigungskraft der Schleimhäute (siehe „Mucociliar Clearance“) ist bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 45 % am größten.
- 2) Die Lebensdauer der Virus-Partikel in den Ausatemströpfchen ist abhängig von der relativen Luftfeuchte. Die kürzeste Lebensdauer der Virus-Partikel wurde bei einer Luftfeuchte von 50 % und zwischen 60 % und 80 % beobachtet. Bei einer Luftfeuchte zwischen 20 % und 40 % ist der Virus am stabilsten und weist die längste Lebensdauer auf.
- 3) Die Luftübertragung (Reichweite und Verbleibdauer) der Ausatemströpfchen ist abhängig von der relativen Luftfeuchte. Bei geringer Luftfeuchte verdunsten die Aerosole der Ausatemströpfchen schneller; der „Tropfenkern“ wird schneller freigelegt und verbleibt durch seine kleinere Dimension länger in der Luft. Die Wahrscheinlichkeit, dass im Tropfenkern enthaltene Krankheitserreger übertragen werden, steigt dadurch. Bei höherer relativer Luftfeuchte nehmen die Ausatemströpfchen zusätzlich Wasser auf und erhöhen dadurch ihre Oberfläche und das Gewicht. Die Tröpfchen fallen schneller zu Boden und verbleiben kürzer in der Luft. Das Übertragungsrisiko sinkt.

Heiserkeit und Kehlkopentzündungen



Stimmlipe
Stimmband
Stimmritze

Zu geringe Luftfeuchtigkeit ist auch beteiligt an der Entstehung von Stimmstörungen – insbesondere bei Berufsgruppen mit hohem Sprechanteil. Häufige Symptome sind Trockenheit im Rachen und Kehlkopf, vermehrtes Räuspern und Heiserkeit. Für die Aufrechterhaltung einer guten Stimmfunktion und der Vorbeugung vor Stimmerkrankungen ist eine ausreichende Befeuchtung der Schleimhäute notwendig: Beim Sprechen wird Luft aus der Lunge durch den Kehlkopf gedrückt. Die Stimmlippen geraten in Schwingungen und erzeugen, wie die Saiten einer Gitarre, Töne. Ist die Luftfeuchte zu niedrig, verlieren die Schleimhäute der Stimmlippen ihre optimale Feuchtigkeit und damit Elastizität. Die Stimmritze kann nach dem Einatmen durch die Stimmlippen nicht mehr vollständig geschlossen werden. Nebenluft gerät in den Stimmmapparat und es kommt zu Anstrengungsanzeichen, Räusper-, Husten-, Schluckzwang und schlimmstenfalls zum Wegbleiben der Stimme. Das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz (BGI/A)⁴ empfiehlt Berufsgruppen mit hohem Sprechanteil eine Mindestluftfeuchte von 40 %.

³⁾ Lowen, Mubareka, Steel, Palese (2007): Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature. PLoS Pathogens 10/07

⁴⁾ HVBG/BGI/A (2005): Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld, S. 118

Das Trockene Auge



Intensive Bildschirmarbeit im Büro ist Schwerstarbeit für die Augen: Geschwollene Augenlider, Rötungen, Fremdkörpergefühl, Brennen und hohe Lichtempfindlichkeit sind häufig die Folge. Eine der Ursachen dafür ist eine zu geringe Benetzung der Augenoberfläche mit Tränenflüssigkeit. Augenärzte⁵ warnen davor, das sogenannte „Trockene Auge“ als harmlose Befindlichkeitsstörung zu unterschätzen: Es ist vielmehr ein komplexes Krankheitsgebiet, das zu ernsthaften Augenschäden führen kann. Ein optimaler, intakter Tränenfilm hat die Aufgabe, die Augenoberfläche vor Einwirkungen aus der Umwelt zu schützen. In der Luft vorhandene Partikel können zu erheblichen Reizungen und Infektionen der Bindehaut führen. Bei zu trockener Raumluft kommt es zu einer verstärkten Verdunstung der Tränenflüssigkeit. Ist die Luftfeuchte länger andauernd zu gering, kann der Tränenfilm sogar reißen. Stundenlanges Starren auf den Bildschirm verstärkt diesen Effekt zusätzlich: Der Lidschlag reduziert sich, der Tränenfilm wird nicht häufig genug aufgefrischt. Die Folge ist eine zunehmende Reizung, Augenbrennen und bei schweren Verlaufsformen Entzündungen und ernsthafte Augenschäden.

Trockene Haut

Zu trockene Raumluft im Büro kann die Schutzfunktion der Haut erheblich einschränken. Bei zu geringen Luftfeuchtwerten (< 20 %) wird die Haut spröde und rissig⁶. Viele Bürobeschäftigte klagen dann über trockene, zum Teil juckende Haut, insbesondere zwischen den Fingern oder an den Unterschenkeln. Zudem können sich chronische Hauterkrankungen wie Neurodermitis oder Schuppenflechte durch trockene Raumluft verschlechtern. Über Hautrisse dringen Stoffe ein, die unterschiedlichste Reaktionen (z. B. Entzündungen) hervorrufen und Dermatosen verursachen können. Es gilt als erwiesen, dass die Haut bei einer Luftfeuchte von unter zehn Milligramm pro Liter in Stress gerät⁷. Bei einer Zimmertemperatur von 20 – 22 °C liegt die empfohlene Raumfeuchte bei 40 % – 60 % relativer Feuchte.



⁵) BVA Berufsverband der Augenärzte Deutschlands e. V. (2007): Das Trockene Auge – eine ernstzunehmende Krankheit

⁶) HVBG/BGIA (2005): Innenraumarbeitsplätze – Vorgehensempfehlung für die Ermittlungen zum Arbeitsumfeld, S. 118

⁷) Präventionskampagne Haut der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV (2008)

Elektrostatik



Eine zu niedrige Luftfeuchte kann im Büro unerwünschte elektrostatische Aufladungen erzeugen. Elektrostatik entsteht immer dann, wenn schnelle Bewegungen und Berührungen unterschiedlicher nicht leitfähiger Materialien auftreten. Kunststoffoberflächen (z. B. von Druckern, Kopierern) und synthetische Materialien (z. B. Teppiche, Sitzbezüge) sind besonders anfällig. Durch das Berühren von aufgeladenen Materialien werden Bürobeschäftigte unter Spannung gesetzt. Beim direkten Kontakt mit geerdeten, elektrisch leitfähigen Teilen kommt es schlagartig zu elektrostatischen Entladungen, zum sogenannten „elektrischen Schlag“.

Durch die Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit auf ca. 50 % können elektrostatische Aufladungen deutlich verringert werden. Ein dünner Feuchtigkeitsfilm bildet sich dann auf den nicht leitfähigen Materialien, der die Oberflächen soweit leitfähig macht, dass es nicht zur gefährlichen Ansammlung von Ladungen kommt. Im Büro können elektrische Schläge als sehr unangenehm empfunden werden und durch die Gefahr des Erschreckens zu Fehlhandlungen führen. Außerdem sind Schädigungen elektronischer Bauteile und Geräte sowie Papierlauf-Störungen beim Drucken möglich. Die höhere Staubanziehungskraft elektrostatisch geladener Oberflächen führt zudem zu verstärkten Staubablagerungen und Verwirblungen z. B. auf Bildschirmen und Schreibtischen.

Feinstaub



Die Belastung der Innenraumluft mit feinen Partikeln ist ein häufig unterschätztes Gesundheitsrisiko. Zu den relevanten Feinstaubquellen in Büros zählen Kopierer, Laserdrucker (Tonerstäube), Baumaterialien, Staub an Schuhen und Kleidung sowie alle durch die Außenluft (Fenster, Klimaanlage) eingetragenen Partikel. Feinstaub setzt sich aus kleinsten, unsichtbaren Teilen zusammen, die tief in den menschlichen Atmungstrakt eindringen und zu ernststen Lungenreizungen und Erkrankungen führen können. Eine zu geringe relative Luftfeuchte begünstigt die Entwicklung von Stäuben und die Verwirblungsintensität im Innenraum. Eine Luftfeuchtigkeit zwischen 40 % – 60 % sorgt hingegen dafür, dass der Staub in der Luft von einem Wasserfilm umschlossen wird. Durch die Wasseraufnahme erhöht sich das Gewicht und die Staubpartikel fallen schneller zu Boden. Eine ausreichend hohe Luftfeuchtigkeit reinigt die Luft schneller von Stäuben und reduziert dadurch die Gefahr eindringender Feinstäube in den Atmungstrakt.



Absolute Luftfeuchte

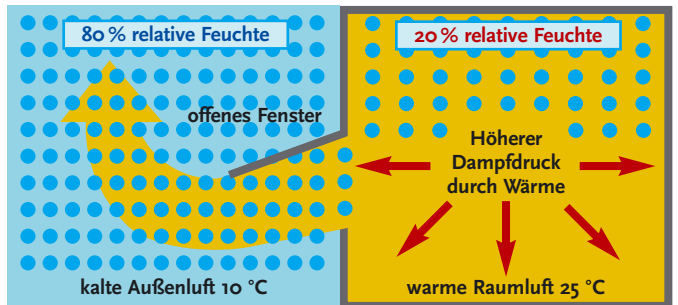
Wie entsteht zu trockene Luft im Büro und wovon wird sie beeinflusst? Luft besteht aus einer Vielzahl von Gasen. Eines davon ist Wasserdampf. Die Menge des Wasserdampfes in der Luft bestimmt die Luftfeuchte. Von der absoluten Luftfeuchtigkeit spricht man, wenn die gesamte Wassermenge beschrieben wird, die als Gas in einem Kilogramm Luft enthalten ist, z. B. 8 g/kg. Wichtig für das Verhältnis von Luft und Wasser ist das ständige Bestreben der Luft, bis zu ihrer Sättigung dampfförmiges Wasser aufzunehmen. Für die Beurteilung der Raum-Luftfeuchte und die Definition des optimalen Feuchtwertes ist daher ein anderer Wert von entscheidender Bedeutung: Die relative Luftfeuchte! Die relative Luftfeuchtigkeit beschreibt die in der Luft enthaltene Wassermenge im Verhältnis zur maximal aufnehmbaren Wassermenge. Diese „prozentuale Sättigung“ der Luft mit Wasserdampf wird durch die Lufttemperatur beeinflusst: Warme Luft kann eine größere Menge Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft.

Relative Luftfeuchte

| | | |
|---|--------------------------------------|---|
| <p>Relative Luftfeuchte (r. F.): Verhältnis aus ... absoluter Feuchte und der max. möglichen Feuchte bei 100% Sättigung und derselben Temperatur</p> | | <p>Maximal mögliche Feuchte bei 100 % Sättigung = 12 g</p> |
| <p>Vorhandene Wassermenge in 1 m³ Luft z. B. 6 g</p> | <p>bei gleicher Temperatur 20 °C</p> | <p>Relative Feuchte = 50 %</p> |

Beispiel: Winter

Das folgende Beispiel erläutert den Zusammenhang zwischen Temperatur und relativer Luftfeuchte: Ist ein Raum von der Außenluft luftdicht abgeschlossen, hat er eine konstante absolute Luftfeuchtigkeit: Wasser kann weder aus der Umgebung aufgenommen noch an diese abgegeben werden. Erhöht sich die Innenraumtemperatur durch Heizen, sinkt die relative Feuchte, weil die erwärmte Heizungsluft mehr Wasserdampf aufnehmen könnte als der verschlossene Raum zur Verfügung hat. Wenn im Winter Fenster oder Türen zum Lüften geöffnet werden, wird die Innenluft noch trockener als vorher. Durch den höheren Dampfdruck der warmen, trockenen Innenluft entweicht die verbleibende Restfeuchtigkeit nach draußen. Die relative Luftfeuchtigkeit sinkt weiter. Dies erklärt, warum insbesondere im Winter die Raumluft häufig so extrem trocken ist, wenn die Luft nicht aktiv befeuchtet wird.



Pflanzen

Für die Luftbefeuchtung im Büro werden in der Praxis unterschiedliche Lösungen und Technologien angeboten. Als Sofortmaßnahme kommen häufig Pflanzen zum Einsatz, die als attraktiver Blickfang Geräusche absorbieren und durch die zusätzliche Staubbindung zur Luftreinigung beitragen. Hinsichtlich der Sicherung einer ganzjährig konstanten, optimalen Luftfeuchte stoßen Pflanzen jedoch schnell an ihre Grenzen: Durch fehlende Steuerungsmöglichkeiten, sehr geringe Feuchtigkeitsabgaben und hohen Pflege- und Platzbedarf sind Pflanzen als alleinige Feuchtespender ungeeignet. In Kombination mit einer technischen Luftbefeuchtung sorgen sie jedoch für ein attraktives Arbeitsumfeld und können das Raumklima positiv beeinflussen.

Indirekte Luftbefeuchtung
(Klimaanlage)

Zu den technischen Lösungen gehören einerseits Klimaanlage, die neben Temperatur und Frischluft auch die Luftfeuchtigkeit regeln können. Die Feuchtigkeit wird dabei indirekt über die Belüftung in das Büro gebracht. Diese Lösung wird häufig in neuen Bürogebäuden eingesetzt. Die Befeuchtung in Klimaanlagen kann jedoch bei mangelhafter Wartung zu ernsthaften Hygieneproblemen führen. In älteren Gebäuden ist ein nachträglicher Einbau oftmals nicht oder nur mit großem Aufwand möglich. Eine Alternative dazu ist die Direkt-Raumbefeuchtung, die sich besonders zur Nachrüstung eignet. Bei dieser Technologie werden Luftbefeuchter, anders als bei der indirekten Befeuchtung, direkt im Büro installiert. Kleine, flexibel positionierbare Düsen erzeugen dabei einen mikrofeinen Sprühnebel, der sofort von der Raumluft aufgenommen wird. Für Büroräume gibt es sehr leise Nano-Befeuchter, die ausschließlich mit speziell aufbereitetem, keimfreien Wasser eingesetzt werden.

Direkt-Raumlufbefeuchtung

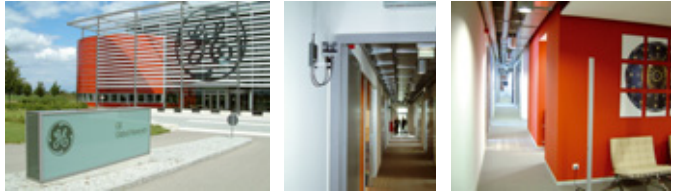


Optimierte Luftbefeuchtung



Um Gesundheitsrisiken und Hygieneprobleme durch den Einsatz von Luftbefeuchtungssystemen auszuschließen, sollte bei der Auswahl auf das Zertifikat „Optimierte Luftbefeuchtung“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung geachtet werden. Hersteller mit diesem Zertifikat haben den hygienischen und sicheren Betrieb ihrer Systeme in umfangreichen Labor- und Feldtests nachgewiesen.

GE General Electric Global Research (Garching)



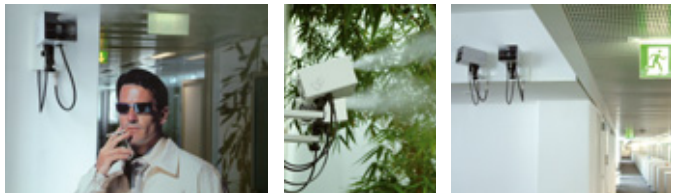
Im Winter 2005/2006 wurden über mehrere Wochen Luftfeuchtwerte von unter 30 % gemessen. Ungewöhnlich häufige Bronchial-Erkrankungen und Klagen der Mitarbeiter über trockene Augen und Heiserkeit waren die Folge. Seit Ende 2006 sichern Luftbefeuchter in den Fluren eine ganzjährig konstante relative Luftfeuchtigkeit von 45 %. Beschwerden über zu trockene Luft gibt es seitdem keine mehr.

Hamburg Tourismus GmbH (Hamburg)



Für eine vorbeugende Gesunderhaltung und das Wohlbefinden aller Mitarbeiter werden bei der Hamburg Tourismus GmbH optimale Luftfeuchte-Werte zwischen 50 % und 55 % gesichert. Beschwerden von Callcenter-Mitarbeitern über zu trockene und zu warme Luft waren dafür Auslöser. Nach Inbetriebnahme der Luftbefeuchtungsanlage im Jahr 2007 empfinden die Mitarbeiter die Luft im Winter als angenehm frisch. Im Sommer erzeugen die Luftbefeuchter zusätzlich einen Kühleffekt.

Austria Tabak (Wien)



Der Betriebsarzt wurde in den Wintermonaten mit massiven Klagen der Mitarbeiter über Augenreizungen, Schluckbeschwerden und Nasenbluten konfrontiert. Messungen ergaben zeitweise Feuchtwerte unter 25 %. Seit 2006 sind alle vier Etagen des Verwaltungsgebäudes mit Luftbefeuchtern ausgerüstet. Die Mitarbeiter fühlen sich seitdem bei einer konstanten relativen Luftfeuchte von 45 % wohl. Augen, Hals und Nase sind geschützt.

Deutsche Telekom
(Düsseldorf)

Aus der Praxis.



Der Neubau der Deutschen Telekom wurde zur Schaffung optimaler Arbeitsbedingungen mit einer zusätzlichen Direkt-Raumluftbefeuchtung ausgestattet. Die Callcenter-Agenten sollen bei ihrer sprechintensiven Tätigkeit durch die optimale Luftfeuchte vor Stimmstörungen geschützt werden. Hohe Gesprächsqualität und vorbeugender Gesundheitsschutz sind die vorrangigen Ziele. Das Luftbefeuchtungssystem wurde 2008 in Betrieb genommen.

Fazit

1. Die relative Luftfeuchte kann insbesondere im Winter auf kritische Werte unter 30 % fallen.
2. Zu trockene Luft kann den Menschen in Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit beeinträchtigen.
3. Die empfohlene relative Luftfeuchte liegt zwischen 40 % und 60 %.
4. Die Direktraum-Luftbefeuchtung ist eine geeignete Alternative zur indirekten Befeuchtung in raumlufttechnischen Anlagen (Klimaanlagen).
5. BG-PRÜFZERT „Optimierte Luftbefeuchtung“ ist Maßstab für den hygienischen und sicheren Betrieb von Luftbefeuchtungssystemen.



