



LUFTFEUCHE AM ARBEITSPLATZ

Die Voraussetzung für Gesundheit und
Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter

Luftbefeuchtung
Luftentfeuchtung
Verdunstungskühlung

 **condair**



Ein wichtiger Gesundheitsparameter

Ausreichende Luftfeuchte am Arbeitsplatz

Vorwort

Die richtige Luftfeuchtigkeit leistet einen entscheidenden Beitrag zu verschiedenen Situationen des täglichen Lebens – im geschäftlichen Umfeld genauso wie im privaten Wohnbereich.

Die Bedeutung des Feuchtigkeitsgehalts in der Luft ist so wichtig, dass es in vielen Ländern für den Betrieb und den Unterhalt von Befeuchtungsanlagen klare Richtlinien gibt.

Wissenschaftlich belegt ist ein eng definierter Bereich von 40 bis 60 % relativer Luftfeuchtigkeit, um ideale Voraussetzungen für Gesundheit, Leistungsvermögen, Wohlbefinden und Werterhalt zu gewährleisten. In modernen Gebäuden mit dichter Gebäudehülle, Zentralheizung und Lüftungsanlagen sind diese Grenzwerte im Alltag ohne aktive Luftbefeuchtung nicht einzuhalten.

Diese Broschüre soll die medizinischen Grundlagen für die richtige Luftfeuchte sowie die erzielbaren positiven gesundheitlichen und wirtschaftlichen Effekte durch die richtige Luftbefeuchtung an Arbeitsplätzen aufzeigen.

Inhalt	Seite
1 Warum ist die Luft im Winter so unangenehm trocken?	6
2 Welche Folgen hat eine zu geringe Luftfeuchte für die Gesundheit des Menschen?	10
2.1 Auswirkungen niedriger Luftfeuchtigkeit auf die Anfälligkeit für Grippeinfektionen	12
2.2 Der Einfluss der Luftfeuchte auf die Verbreitung von Keimtröpfchen	14
2.3 Die Physik der Keimtröpfchen	14
2.4 Die Infektiosität von Keimtröpfchen	16
2.5 Die Verweildauer von Keimtröpfchen in der Luft	17
3 Können Pflanzen die Luftfeuchte erhöhen?	20
4 Studie des Fraunhofer-Instituts: Wie beurteilen Mitarbeiter die Luftfeuchte am Arbeitsplatz?	22
5 Statistik des Robert Koch-Instituts: Eine zu geringe Luftfeuchte hat immense Auswirkungen auf die Verbreitung von Grippeviren	24
6 Neue Studie der Universität Yale zeigt, dass trockene Raumluft Grippeauswirkungen verstärkt	26
7.1 Die Raumluftfeuchte aus wirtschaftlicher Betrachtung	28
7.2 Rechenbeispiel: Mit welchen Kosten müssen Arbeitgeber rechnen, um Fehlzeiten zu vermeiden?	30
8 Eine Übersicht medizinischer Studienergebnisse zur gesundheitlichen Relevanz von Luftfeuchtigkeit	32
9 Spiegeln Normen und Richtlinien den Stand der Wissenschaft in Bezug auf die Raumluftfeuchte wider?	36
10 Schnelle Analyse des Büroklimas mit dem Risikograph Raumluftfeuchte	38

1 Warum ist die Luft im Winter so unangenehm trocken?

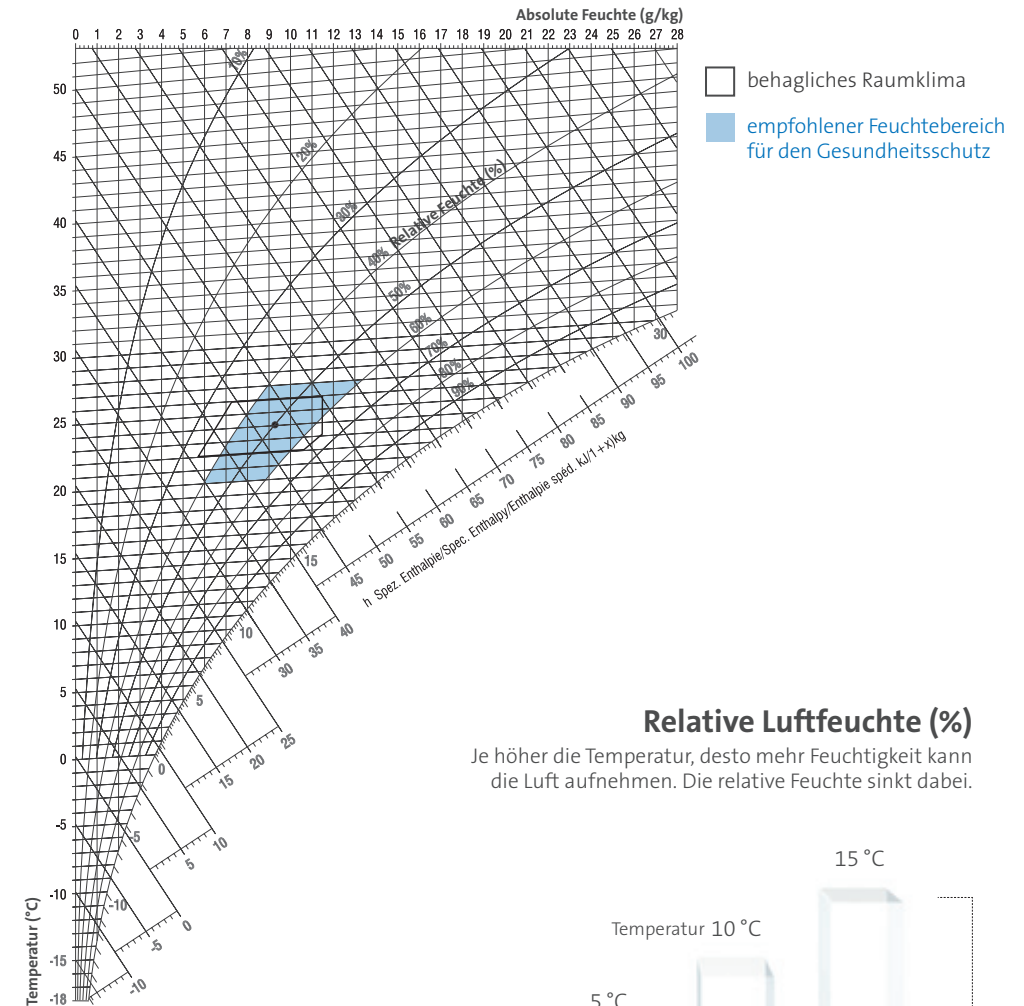
Jeder kennt die unangenehmen Auswirkungen von zu trockener Luft: Die Haut wird schuppig und rissig, Nasen- und Rachenschleimhäute, aber auch die Augen trocknen aus und werden gereizt. Dadurch fühlen wir uns unbehaglich und werden anfälliger für Atemwegserkrankungen. Welches aber sind die Ursachen dafür, dass die Raumluft besonders in den kühlen Jahreszeiten so unangenehm trocken ist?

Ein kurzer Ausflug in die Physik und in die Thermodynamik liefert Antworten. Luft ist stets bestrebt, aus der Umgebung ein Maximum an Feuchte aufzunehmen und diese Feuchte als unsichtbaren Wasserdampf zu speichern. Für den sich daraus ergebenden Gehalt des Wasserdampfes in der Luft, wird der Begriff der relativen Luftfeuchte und das Kürzel φ verwendet. $\varphi = 1$ (100 % relative Luftfeuchte) entspricht einer vollständigen Sättigung der Luft, zum Beispiel nach einem lang anhaltenden Regen. Demgegenüber ist die Luft bei $\varphi = 0$ komplett wasserfrei.

Bei diesen Prozessen spielt aber auch die Temperatur der Luft eine entscheidende Rolle. Je höher die Lufttemperatur ist, desto mehr Wasser kann Luft an sich binden und als Dampf aufnehmen. Diese physikalischen Zusammenhänge zwischen Luftfeuchte und Lufttemperatur werden in dem sogenannten h,x-Diagramm dargestellt (siehe nebstehendes Diagramm).

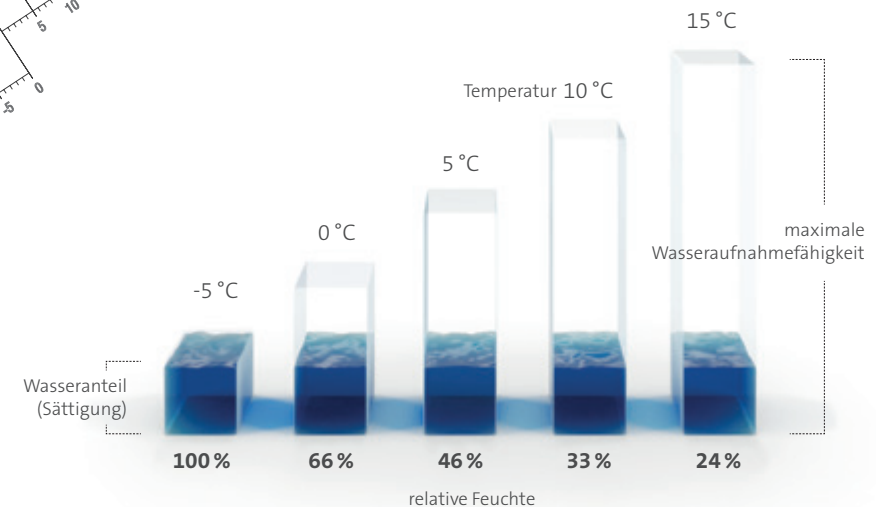
Wie in den weiteren Kapiteln der Broschüre noch erläutert wird, sollte zur Vermeidung einer Austrocknung der Schleimhäute und zur Verringerung von Gesundheitsrisiken im Winter die Raumluftfeuchte nicht unter etwa 40 % absinken. Wodurch es in Räumen im Winter oft zu einer extrem geringen und ungesunden Luftfeuchte kommen kann, zeigt das Beispiel auf den Seiten 8 und 9.

h,x-Diagramm nach Mollier zur Darstellung thermodynamischer Prozesse



Relative Luftfeuchte (%)

Je höher die Temperatur, desto mehr Feuchtigkeit kann die Luft aufnehmen. Die relative Feuchte sinkt dabei.



Situation der Raumluftfeuchte im Winter
ohne aktive Luftbefeuchtung



Situation der Raumluftfeuchte im Winter
mit aktiver Luftbefeuchtung auf 8,5 g Wasser pro Kilogramm Luft



Hier hat die Außenluft eine Temperatur von 0 °C und eine relative Feuchte von 53 %. Wenn nun in einem Büro oder in einer Wohnung mit einer Temperatur von 20 °C das Fenster geöffnet wird und diese kühle Außenluft in den Raum einströmt, wird sie durch die Raumheizung ebenfalls auf 20 °C erwärmt.

Infolge dieser Erwärmung sinkt, wie die obere Abbildung zeigt, die Luftfeuchte auf nur noch etwa 14 %.

Um ein solch starkes Absinken der Luftfeuchte in Räumen zu verhindern und stattdessen eine gesundheitsfördernde und als angenehm empfundene Raumluftfeuchte von mindestens 40 % sicherzustellen, muss die trockene Raumluft ständig kontrolliert befeuchtet werden (siehe untere Abbildung mit aktiver Luftbefeuchtung).

Dazu eignen sich besonders Befeuchtungssysteme in Lüftungsgeräten, die die angesaugte Außenluft exakt auf eine gewünschte Mindestfeuchte der Zuluft konditionieren. In Gebäuden, in denen es keine mechanischen Lüftungsgeräte gibt, können auch dezentrale Raumluftbefeuchtungsgeräte eingesetzt werden.

Empfohlener Luftfeuchtebereich zum Schutz der Atemwege

Im h,x-Diagramm auf Seite 7 ist schwarz umrandet der Bereich des behaglichen Raumklimas dargestellt. Dieser Bereich basiert auf den Ergebnissen von vielen weltweit durchgeführten Untersuchungen und auf Vorgaben, die daraufhin in

technische Regeln wie Normen und Richtlinien übernommen wurden. Fachplaner orientieren sich bei Projektierungen und beim späteren Betrieb von Klimasystemen an diesem Behaglichkeitsdiagramm als Zielbereich für einen bestmöglichen Raumkomfort.

Was zeigt der blaue Bereich im Diagramm?

Zum Sicherstellen von Behaglichkeit und Komfort, soll bei Raumtemperaturen zwischen etwa 22 °C (Winter) und 26 °C (Sommer) die Raumluftfeuchte stets zwischen etwa mindestens 35 % und maximal 65 % betragen. Geringere Werte werden als „unbehaglich trocken“ und höhere Werte als „unbehaglich feucht“ deklariert. Eine Erweiterung dieses Behaglichkeitsfeldes auf einen Bereich der Raumtemperatur von 20 °C bis 27 °C zeigt das hellblaue Feld im h,x-Diagramm.

Hier wird für eine optimale Behaglichkeit und einen bestmöglichen Gesundheitsschutz empfohlen, die untere Grenze der relativen Raumluftfeuchte auf mindestens 40 % anzuheben (Winterzustand) und im Sommer auf maximal 60 % zu begrenzen (Schwülegrenze).

Begründungen für diese leichten Korrekturen im Behaglichkeitsdiagramm lesen Sie im weiteren Verlauf dieser Broschüre.

2 Welche Folgen hat eine zu geringe Luftfeuchte für die Gesundheit des Menschen?

Besonders in der Heizperiode steigen bei Beschäftigten in Büros die Klagen über brennende Augen, trockene Schleimhäute, Schluckbeschwerden, Stimmstörungen, elektrostatische Effekte und trockene Haut. Ursache dafür ist in fast allen Fällen eine zu trockene Raumluft.

Es gibt eine Vielzahl weltweiter Studien, die sich mit Ursachen für Behaglichkeitseinbußen, Krankheiten und Leistungsverlusten bei hohen Temperaturen ($> 26^{\circ}\text{C}$) und hohen Luftfeuchten ($> 65\%$) an Büroarbeitsplätzen beschäftigen.

Hinzu kommen nun durch neuere Studien weitere bemerkenswerte Erkenntnisse zu den Auswirkungen einer zu geringen Raumluftfeuchte in den trockenen und kühlen Wintermonaten. Nachfolgend werden aus diesen Studien wichtige Ergebnisse und Erkenntnisse zusammengefasst.

Eine geringe relative Luftfeuchte hält Staubpartikel und daran befindliche Mikroorganismen und Aerosole länger schwebfähig. Bei einer höheren relativen Luftfeuchte werden Bakterien mit Wasser umschlossen. Dadurch erhöht sich deren Gewicht, sodass die Partikel schneller zu Boden sinken und so das Vordringen der Teilchen in den Atemtrakt verringert wird.

Die amerikanischen Wissenschaftler Lowen, Mubareka, Steel und Palese haben bereits 2007 einen bedeutenden Einfluss der Luftfeuchtigkeit bei der Übertragungsrate von Influenzaviren festgestellt. Im Bereich 20 bis 30 % r.F. ist das Ansteckungsrisiko etwa 3-mal höher gegenüber 50 % r.F.

2013 zeigte auch das Team um John D. Noti mit der Studie „High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs“ diesen Zusammenhang auf. Bei einer Luftfeuchtigkeit von 43 % lag die Infektiosität der Viren bei 15 % und stieg zwischen 7 % und 23 % relativer Luftfeuchte auf 77 % an.

Der vom Deutschen Netzwerk Büro erstellte „Ratgeber Büro“, empfiehlt eine Raumluftfeuchte von 40 % bis 60 %, der DGUV-Ratgeber 215-510 „Beurteilung des Raumklimas“ gibt einen behaglichen Bereich der Luftfeuchte von $45\% \pm 15\%$ an und die Infobroschüre des DGUV 202-090 „Klasse(n) – Räume für Schulen“ schreibt: „Ein gutes Raumklima fördert Wohlbefinden, Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit und Gesundheit des Menschen.“ Weiter heißt es: „Wie drückt sich gutes Raumklima in Zahlen aus? Trotz individuellem Klimaempfinden fühlen sich die meisten Menschen wohl bei einer Temperatur zwischen 20 und 24°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 65 % (bei Tätigkeiten mit hohem Sprechanteil).“

Somit dokumentieren die Studien, Ratgeber und Broschüren eindeutig, dass an Büroarbeitsplätzen eine Raumluftfeuchte von mindestens 40 % herrschen sollte, um den Mitarbeitern eine behagliche, gesundheitsfördernde Arbeitsatmosphäre zu bieten und dadurch Irritationen der Atemwege, brennende Augen, trockene Haut und Krankheitsgefährdungen zu minimieren und zu vermeiden.

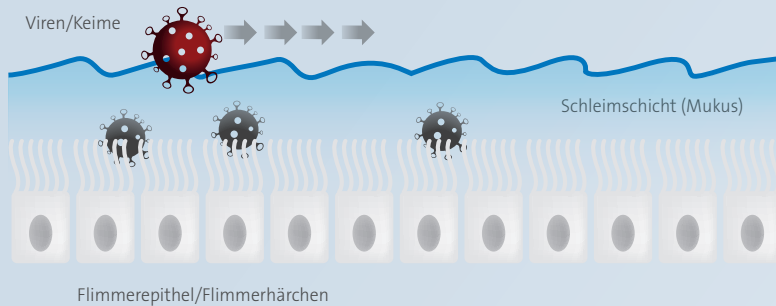


2.1 Auswirkungen niedriger Luftfeuchtigkeit auf die Anfälligkeit für Grippeinfektionen

Trockene Luft beeinträchtigt die Immunbarrieren zur Abwehr von Grippeviren.

1. Schleimhautbarriere

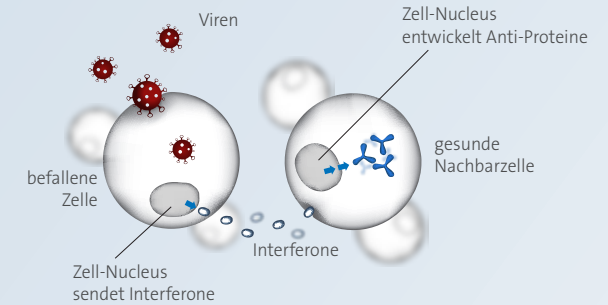
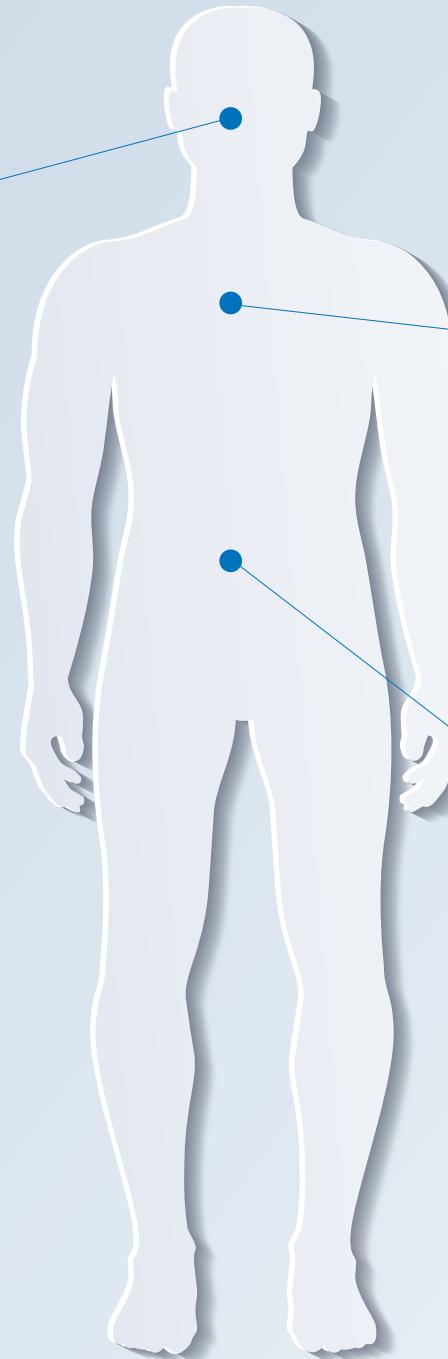
Die Epithelzellen der Atemwege besitzen Flimmerhärchen, die von einer Schleimschicht bedeckt sind. An diesem Schleim bleibt ein Großteil der eingeatmeten Viren, Bakterien und Luftschadstoffe haften. Die Flimmerhärchen transportieren den Schleim zusammen mit den Mikroorganismen und Schadstoffen in Richtung Kehlkopf, wo er ausgehustet oder verschluckt werden kann.



Schlussfolgerungen der Yale-Studie:

In einer Umgebung mit einer zu geringen Luftfeuchtigkeit werden diese drei Barrieren wirkungslos.

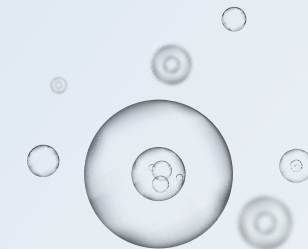
Die Stärke der Erkrankung verschlimmert sich bei einer niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit unabhängig von der Viruslast. Zudem hemmt eine zu geringe Luftfeuchtigkeit die Reparaturfähigkeit des Zellgewebes.



2. Angeborene Immunität (Frühphase der Infektionsbekämpfung)

Mikroorganismen, welche die erste Verteidigungslinie überwinden konnten, werden von weißen Blutkörperchen, den Polizisten der angeborenen Immunität, erkannt und aufgefressen.

Die Fresszellen geben Botenstoffe (Interferone) ab, welche die Produktion von Eiweißen auslösen, mit welchen sie gemeinsam die eingedrungenen Mikroorganismen bekämpfen.



3. Erworbene Immunität (Spätphase der Infektionsbekämpfung)

In der Spätphase der Entzündung, wenn die ersten beiden Barrieren überwunden sind, werden erregerspezifische Antikörper gebildet. Diese erworbene Immunantwort geht von B- und T-Lymphozyten aus, die durch Impfungen oder vorgängige Infektionen getriggert wurden und im immunologischen Gedächtnis gespeichert sind.

2.2 Der Einfluss der Luftfeuchte auf die Verbreitung von Keimtröpfchen

Keimtröpfchen sind kleinste schwebefähige Tröpfchen, die Krankheitserreger enthalten. Sie gelangen über die Atemwege, beim Atmen, Niesen oder Husten in die Raumluft und können Krankheitserreger, wie etwa Grippeviren, an andere Personen übertragen.

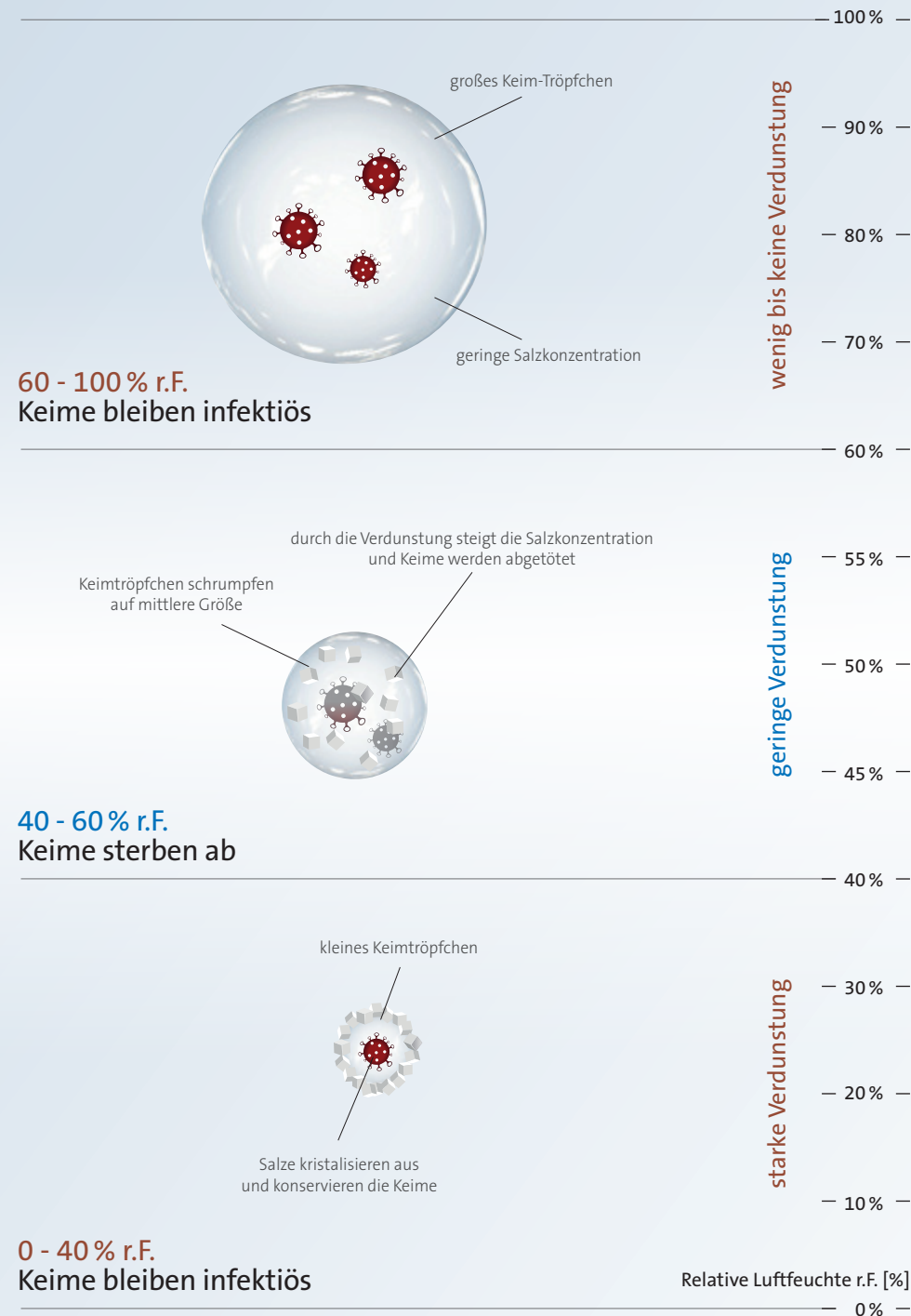
Für die Überlebensfähigkeit der Keime und das Schwebeverhalten der Tröpfchen, spielt die Raumluftfeuchte eine entscheidende Rolle. Trockene Raumluft mit einem relativen Feuchteanteil von unter 40 % lässt winzige Tröpfchen, die mit Krankheitserregern belastet sind, rasch eintrocknen.

Dadurch werden die Erreger konserviert und bleiben sehr lange infektiös.

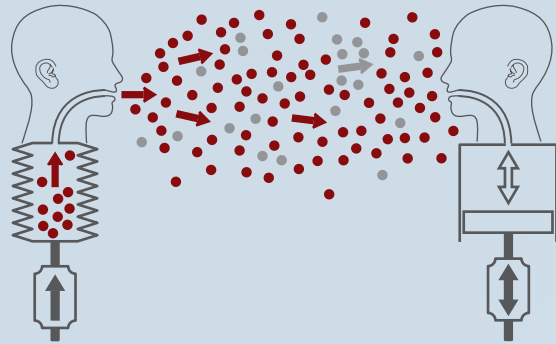
Im optimalen Bereich von 40 bis 60 % relativer Luftfeuchte schrumpfen Aerosole durch den Verdunstungsprozess nur so weit, dass sich die Salzkonzentration im Tröpfchen stark erhöht und die darin enthaltenen Krankheitserreger abgetötet werden.

2.3 Die Physik der Keimtröpfchen

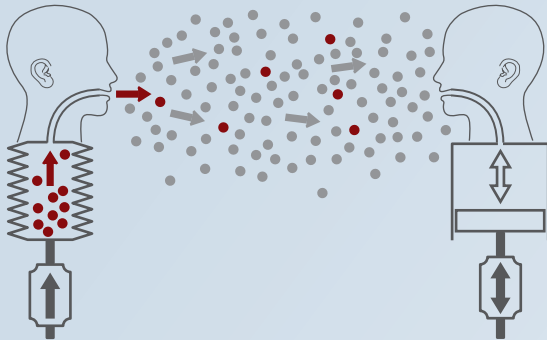
Feuchtebereich	Schwebefähigkeit	Verweildauer	Ansteckungsgefahr
60 - 100 % r.F.	 Große Keimtröpfchen sinken und setzen sich schnell ab	 Kurze Verweilzeit in der Raumluft	 Durch die geringe Salzkonzentration im Wasser bleiben die Keime infektiös
40 - 60 % r.F.	Keimtröpfchen mittlerer Größe mit geringer Schwebefähigkeit	Geringe Verweilzeit in der Raumluft	Hohe Salzkonzentration tötet die Keime ab
0 - 40 % r.F.	Kleine Keimtröpfchen bleiben schwebefähig	Hohe Verweilzeit in der Raumluft	Salze kristallisieren aus und konservieren die Keime



Bei einer Raumluftfeuchte von 7 - 23 % r.F. liegt die **Infektiosität** eingetragener Keime nach 60 Minuten bei **77%**



Bei einer Raumluftfeuchte von 43 % r.F. ist die **Infektiosität** eingetragener Keime nach 60 Minuten mit **15%** minimal.

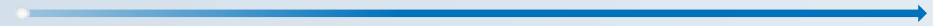


2.4 Die Infektiosität von Keimtröpfchen

Die Luftfeuchte hat gravierende Auswirkungen auf die Infektiosität von Keimtröpfchen. Bei mittlerer Luftfeuchte ist die

Ansteckungsgefahr minimal und steigt bei trockener Raumluft sprunghaft an.

Keimtröpfchen mit 0,5 µm Durchmesser
Verweildauer: **41 Stunden**



Keimtröpfchen mit 3 µm Durchmesser
Verweildauer: **1,5 Stunden**



Keimtröpfchen mit 100 µm Durchmesser
Verweildauer: **6 Sekunden**



2.5 Die Verweildauer von Keimtröpfchen in der Luft

Krankheitserreger wie Grippeviren können über Keimtröpfchen durch Husten und Niesen mit Geschwindigkeiten bis zu 20 m/s regelrecht in einen Raum geschossen und durch Einatmen an andere Personen übertragen werden.

Die Raumluftfeuchte spielt eine entscheidende Rolle für das Schwebverhalten der Keimtröpfchen. In trockener Raumluft schrumpfen Keimtröpfchen auf Durchmesser von weit unter einem Mikrometer und bleiben tagelang schwebefähig.

Dadurch steigt die Überlebensfähigkeit der Krankheitserreger im Inneren und gleichzeitig auch die Schwebefähigkeit des Keimtröpfchens stark an.

Keime können dann viele Stunden „überleben“. Wer also erkältet ist und in einem zu trockenen Raum hustet oder niest, erzeugt eine Kontaminationsatmosphäre, die stundenlang anhält.



Keime lieben trockene Luft

Bei trockener Luft schrumpfen Keimtröpfchen und trocknen aus. Krankheitserreger werden dadurch konserviert und bleiben sehr lange schwebefähig und infektiös.

Feuchte Luft tötet Keime ab

Bei optimaler Luftfeuchte (40 - 60 % r.F.) bleiben die Salze im Wasser des Keimtröpfchens gelöst. Die Salzkonzentration im Inneren steigt dabei so weit an, dass Krankheitserreger in kurzer Zeit inaktiviert werden.



3 Können Pflanzen die Luftfeuchte erhöhen?

Als Alternative zu einer kontrollierten Luftbefeuchtung, wird an Arbeitsplätzen in Büros oft versucht, durch den Einsatz von Pflanzen die Luftfeuchte zu erhöhen. Doch ist ein solches Vorgehen tatsächlich hilfreich und effektiv?

Dazu enthält der DGUV-Ratgeber „Klima im Büro“ ein Beispiel mit dem ernüchternden Ergebnis: **Pflanzen können nur in seltenen Fällen helfen, die Luftfeuchte im Raum wesentlich zu erhöhen.**

Denn beim Einströmen von Außenluft (-4°C , 50 % relative Feuchte) in einen 20 m^2 großen Raum (22°C , 50 % relative Feuchte) mit einem Luftwechsel von 0,5 pro Stunde, herrscht nach einer Stunde in dem Raum nur noch eine Luftfeuchte von 29 %. Um die bisherige Raumluftfeuchte von 50 % zu erhalten, muss die Raumluft mit 230 g Wasser pro Stunde befeuchtet werden.

Typische Büropflanzen können eine Verdunstung von etwa 10 g Wasser pro m^2 Blattfläche pro Stunde erreichen. Daher würde man in diesem Beispiel eine Vielzahl von Pflanzen mit einer Gesamtblattfläche von 23 m^2 benötigen, um im Büro die ursprüngliche Luftfeuchte von 50 % wieder zu erreichen.

Da wird das Büro zum Dschungel. Eine gesunde Raumluftfeuchte kann durch aktive Befeuchtungssysteme viel einfacher und sicherer erreicht werden.

Temperatur = 22°C
Relative Luftfeuchte = 29 %



Temperatur: 22°C
Relative Luftfeuchte: 50 %

Um der Raumluft stündlich 230 g Wasser zuzuführen, sind **16 Pflanzen** notwendig.



4 Wie beurteilen Mitarbeiter die Luftfeuchte am Arbeitsplatz?

Die zuvor beschriebenen negativen Aspekte einer zu geringen Raumluftheuchte im Vergleich zu einer guten Raumluftheuchte, hat das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in der zweijährigen Studie „Luftfeuchtigkeit am Büroarbeitsplatz“ untersucht. Die Ergebnisse dieser Studie belegen sehr deutlich, dass Personen in Büros ohne eine geregelte Luftbefeuchtung über Störungen durch eine zu trockene Luft klagen, die ihr Befinden, ihre Gesundheit und ihre Leistungsfähigkeit negativ beeinträchtigen. Demgegenüber wurde eine höhere Raumluftheuchte von den Befragten als positiv und angenehm beurteilt.

Studienaufbau

Zur Studie wurde in einem Bestandsgebäude über mehrere Wochen bei einer Raumtemperatur von etwa 22 bis 23 °C das System zur Luftbefeuchtung ein- und ausgeschaltet. Bei einer geregelten Befeuchtung betrug die relative Raumluftheuchte rund 40 %, ansonsten hatte die Luftfeuchte im Gebäude Werte von nur

etwa 23 bis 28 %. Die Bewertung der jeweiligen Arbeitsumgebung durch die Nutzer, erfolgte anhand einer fünfstufigen Skala von „stimme vollkommen zu“ bis „stimme überhaupt nicht zu“. Die nebenstehenden Grafiken zeigen eine Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse dieser Studie.

Wie die Angaben zeigen, empfand bei einer aktiven Erhöhung der Raumluftheuchte auf etwa 40 % keiner der Befragten die Luftfeuchte als zu gering – für sogar 84 % war die Luftfeuchte gut.

Demgegenüber empfanden bei ausgeschalteter Luftbefeuchtung 77 % der Teilnehmer die Luftfeuchtigkeit als zu gering. Zudem beurteilten 54 % der Befragten die Raumluftheuchte als sehr erfrischend. Auch bei der Beurteilung der Symptome „trockene Atemwege“ und „brennende Augen“, waren in den befeuchteten Räumen die Ergebnisse signifikant um jeweils etwa 20 Prozentpunkte besser. Somit bestätigt die Fraunhofer-Studie deutlich den negativen Einfluss

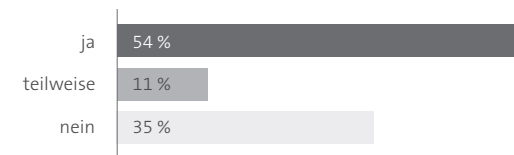
einer zu geringen Raumluftheuchte auf das allgemeine Befinden, auf mögliche Augenreizungen und auf die Trockenheit der Schleimhäute.

Bei allen abgefragten Symptomen äußerten die Befragten in den auf 40 % relative Feuchte befeuchteten Büros deutlich

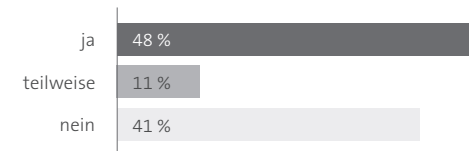
weniger Beschwerden. Die Luftfeuchtigkeit am Arbeitsplatz ist daher neben einer guten Raumluftheuchte und einer behaglichen Temperatur ein wichtiger Baustein zur Erhöhung des Wohlbefindens und zur Verringerung von gesundheitlichen Belastungen an Büroarbeitsplätzen.

Empfinden bei ausgeschalteter Luftbefeuchtung:

Haben Sie während der Arbeit des Öfteren ausgetrocknete Atemwege?



Brennen Ihnen während der Arbeit oft die Augen?



5 Eine zu geringe Luftfeuchte hat immense Auswirkungen auf die Verbreitung von Grippeviren

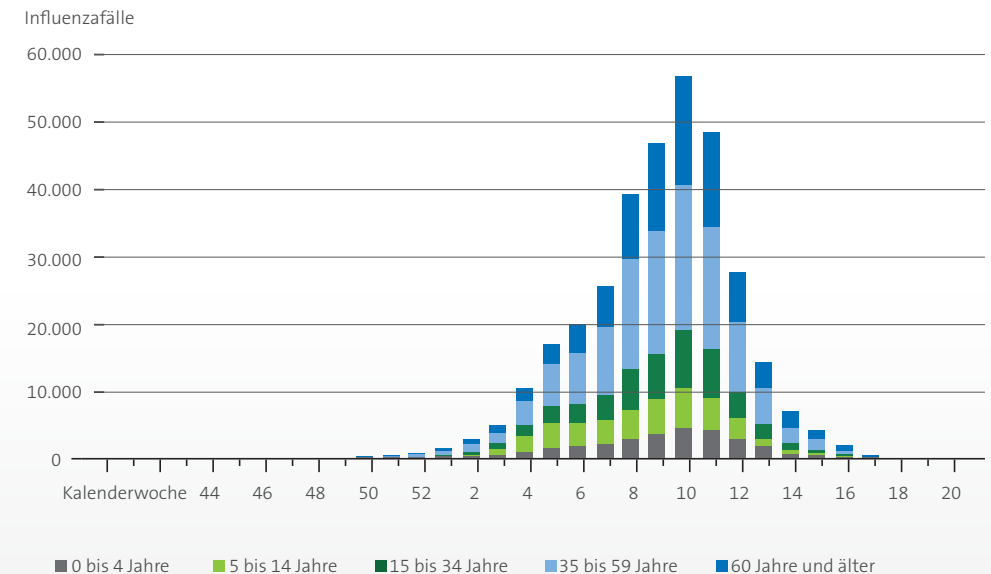
In den vorherigen Kapiteln wurden die negativen Auswirkungen und Gefährdungen einer zu geringen Luftfeuchte auf das Wohlbefinden und auf die Gesundheit von Menschen beschrieben. Doch diese Aspekte sind nur ein Teil eines großen weltweiten Problems. Durch niedrige Luftfeuchten wird die Ausbreitung von Grippeviren (Influenza) und dadurch die Gefahr einer Ansteckung und einer oft schweren oder sogar tödlichen Erkrankung erheblich gefördert und gesteigert, so das Ergebnis einer neuen Studie.

Seit vielen Jahren erfasst das Robert Koch-Institut (RKI) in seinen Berichten zur Epidemiologie der Influenza die in Deutschland durch Grippe ausgelösten Krankheits- und Todesfälle. Im Bericht für 2017/2018 kommt das Institut zu folgenden Ergebnissen (siehe Diagramm: Anzahl akuter, respiratorischer Infektionen):

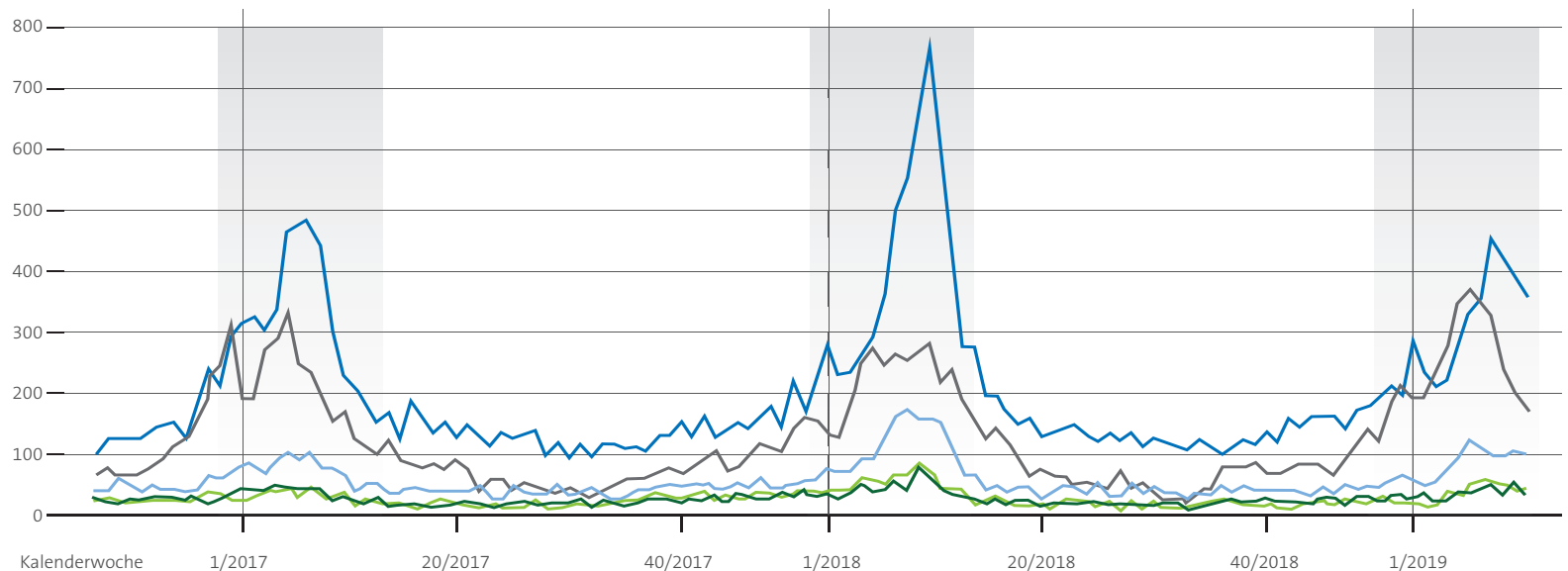
- Die Grippewelle startete gegen Jahresende (KW 50), erreichte ihren Höhepunkt im Februar und März (KW 6 bis KW 12) und klang dann im April langsam ab.
- 2017/2018 registrierte das RKI rund 9 Millionen Arztbesuche und 45.000 Einweisungen in Krankenhäuser, die durch grippale Infekte hervorgerufen wurden. Darüber hinaus schätzt das Institut weitere 5,3 Millionen influenza-bedingte Arbeitsunfähigkeitstage ohne einen Krankenschein vom Arzt.

■ Besonders stark von der Grippe betroffen sind Personen im Alter über 35 Jahre. Laut RKI zeigen die Daten für 2017/2018 eine enorme Zunahme der Grippefälle gegenüber den bisherigen Spitzenjahren 2012/2013 und 2014/2015 um 2 Millionen Erkrankungen! Die hier abgebildete Grafik ist eine Statistik des Robert Koch-Instituts zu influenza-bedingten Krankmeldungen im Jahr 2017/2018. Sie zeigt eine eindeutige Spitze in den kühlen, trockenen Jahreszeiten zwischen Dezember und März (ausgewertet wurden hier 332.873 gemeldete Krankheitsfälle).

Anzahl, der an das Robert Koch-Institut gemeldeten Fälle von Influenza im Zeitraum KW 40/2017 bis KW 20/2018



Anzahl akuter, respiratorischer Infektionen



6 Neue Studie der Universität Yale zeigt, dass trockene Raumluft Grippeauswirkungen verstärkt

Die Grafiken auf Seite 25 zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Grippeerkrankungen und einer geringen Luftfeuchte in den Monaten Dezember bis April. Ob dieser Zusammenhang tatsächlich vorhanden ist, wurde auch in der Medizin kontrovers diskutiert. Ein weiterer Nachweis gelang nun 2019 Forschern der renommierten amerikanischen Universität Yale in ihrer Studie „Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection“. Die wichtigsten, auf den Seiten 12 und 13 bereits visualisierten Erkenntnisse sind:

- Der Zusammenhang zwischen einer geringen Luftfeuchte und der Überlebensfähigkeit und Ausbreitung von Grippeviren ist vorhanden und wurde eindeutig nachgewiesen.
- Eine zu niedrige Luftfeuchtigkeit verringert den Selbstreinigungsmechanismus der Atemwege und führt dadurch zu einer geringeren Widerstandsfähigkeit des Immunsystems gegenüber Viren. Wenn das Virus die Schleimschicht der Atmungsorgane als erste Immunbarriere durchbricht, wird Interferon abgegeben, um Gene zu aktivieren, die die Viren bekämpfen und blockieren. Wenn es dem Virus gelingt, auch diese zweite Abwehrstufe zu durchbrechen, wird als dritte Stufe das Immunsystem aktiviert, das virusspezifische Immunantworten auslöst. In einer Umgebung

mit einer zu geringen Luftfeuchtigkeit werden diese drei Barrieren wirkungslos und führen zu einer Grippeerkrankung.

- Die Stärke der Erkrankung verschlimmert sich bei einer niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit unabhängig von der Viruslast. Zudem hemmt eine zu geringe Luftfeuchtigkeit die Reparaturfähigkeit des Zellgewebes.

Forschungsleiterin Professor Dr. Akiko Iwasaki fasst die zentralen Ergebnisse der Studie zusammen:

Unsere neuen Erkenntnisse zur Luftfeuchte und die daraus folgenden Aspekte und Maßnahmen zur Verringerung von Grippeerkrankungen sind von enormer Bedeutung, da saisonale Grippeinfektionen weiterhin zunehmen und weltweit jährlich mindestens eine halbe Million Todesfälle verursachen. Auch wurde nachgewiesen, dass eine relative Luftfeuchte zwischen 40 und 60 % eine virale Infektion minimiert und den Übertragungsprozess erschwert. Unsere Empfehlung lautet daher: Eine geringe Feuchte ist zwar nicht der einzige Faktor, der zur Verbreitung von Grippeviren und zu Krankheiten führen kann. Das Sicherstellen einer relativen Luftfeuchte von mindestens 40 % besonders in den kühlen und trockenen Jahreszeiten ist aber eine geeignete Maßnahme, um die Ausbreitung von Grippeviren und die Zahl der Erkrankungen erheblich zu verringern.



Campus Yale, New Haven, USA



Professor Dr. Akiko Iwasaki
Forschungsleiterin der Yale-Studie:
Low ambient humidity impairs barrier function
and innate resistance against influenza infection

7.1 Die Raumluftfeuchte aus wirtschaftlicher Betrachtung

In Deutschland arbeiten von insgesamt 40 Millionen Berufstätigen etwa 17 Millionen Beschäftigte in Büros. Deren Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit hängt stark auch von einer guten Luftqualität, behaglichen Temperaturen und passenden Luftfeuchten in den Büroräumen ab. Den großen Nutzen beim Einhalten dieser Bedingungen verdeutlichen die jährlichen Statistiken „Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua). Für 2017 zeigt diese

Statistik eine durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit von 16,7 Tagen je Arbeitnehmer/-in, woraus sich insgesamt 669 Mio. Arbeitsunfähigkeitstage ergaben, die 1,8 Mio. ausgefallenen Arbeitsjahren entsprechen. Dabei werden in dieser Statistik nur „echte“ ärztliche Krankschreibungen gezählt – dazu kommen noch etliche, nicht von Ärzten erfasste Krankheitstage. Aus diesen Daten errechnete die baua für 2017 für die Arbeitgeber gesamte Ausfallkosten von 76 Mrd. € (Durchschnitt 41.700 € pro Arbeitnehmer p.a.) und

Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeiten in den Jahren 2014 bis 2017 bei 40 Mio. Beschäftigten in Deutschland (Quelle: baua)

	2014	2015	2016	2017
Arbeitsunfähigkeitstage (gesamt)	543 Mio.	587 Mio.	675 Mio.	669 Mio.
Produktionsausfall (Lohnkosten)	57 Mrd. €	64 Mrd. €	75 Mrd. €	76 Mrd. €
Bruttowertschöpfung (Produktivität)	90 Mrd. €	113 Mrd. €	133 Mrd. €	136 Mrd. €

Fehltag durch Atemwegserkrankungen (gesamt)

Tage	65,7 Mio.	83,2 Mio.	91,2 Mio.	92,2 Mio.
------	-----------	-----------	-----------	-----------

Fehltag durch Atemwegserkrankungen (Finanzen, Versicherungen und Dienstleistungen)

Tage	10,6 Mio.	13,7 Mio.	16,4 Mio.	17,0 Mio.
Produktionsausfall (Lohnkosten)	1,1 Mrd. €	1,5 Mrd. €	1,8 Mrd. €	1,9 Mrd. €
Bruttowertschöpfung (Produktivität)	2,8 Mrd. €	3,6 Mrd. €	4,4 Mrd. €	4,5 Mrd. €

Fehltag durch Atemwegserkrankungen (Öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung und Gesundheit)

Tage	20,4 Mio.	25,0 Mio.	35,1 Mio.	36,9 Mio.
Produktionsausfall (Lohnkosten)	2,0 Mrd. €	2,5 Mrd. €	3,6 Mrd. €	3,9 Mrd. €
Bruttowertschöpfung (Produktivität)	2,5 Mrd. €	3,1 Mrd. €	4,4 Mrd. €	4,7 Mrd. €

Ausfallkosten an Produktivität von 136 Mrd. € (Durchschnitt 74.000 € pro Arbeitnehmer p.a.). Mit der höchsten Bruttowertschöpfung von 97.500 € (2017) und einer Arbeitsunfähigkeit von 14,6 Tagen pro Arbeitnehmer/-in, liegt der Wirtschaftszweig Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister in dieser Statistik an erster Stelle. Eine Zusammenfassung wichtiger baua-Daten für die Jahre 2014 und 2017 zeigt die nebenstehende Tabelle. Gemäß den baua-Analysen haben Atemwegserkrankungen einen Anteil von 13,9 % an allen Erkrankungen. Diese entsprechen etwa 93 Mio. Ausfalltagen, beziehungsweise rund 250.000 Ausfalljahren. Mit diesen Zahlen, und einigen weiteren Annahmen, wird nun anhand eines Beispiels erläutert, welche Ausfallkosten ein Arbeitgeber mit 100 Büroangestellten bei einer unzureichenden und ungesunden Raumluftfeuchte zu erwarten hat. Dazu werden rund 18 Krankheitsfehltag pro Büroangestelltem angenommen (inklusive einzelnen Krankheitstagen ohne ärztliches Attest), von denen 15 % = 2,7 Tage auf Erkrankungen der Atemwege entfallen. Angesetzt werden davon 1,5 Fehltag, die auf eine zu geringe Luft-

feuchte zurückzuführen sind (Erkältung, Grippe, Kopfschmerzen). Berücksichtigt man in Ergänzung dazu einen weiteren Verlust an Konzentration und Leistungsfähigkeit der Personen (durch Irritationen der Nasen- und Rachenschleimhäute, durch trockene Augen und juckende Haut) am Büroarbeitsplatz selbst, kann konservativ angesetzt von einem jährlichen Produktionsverlust von insgesamt 2,5 Tagen pro Person ausgegangen werden. Diese 2,5 Ausfalltage entsprechen rund 1,2 % der jährlichen Arbeitszeit.

Auf Basis des baua-Werts von durchschnittlich 97.500 € Bruttowertschöpfung pro Büroarbeitsplatz im Wirtschaftszweig Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister, ergibt sich somit für Arbeitgeber ein Krankheitsausfall von 1,2 % von 97.500 €, woraus sich 1.170 € pro Person und pro Jahr ergeben. Im Bereich des Öffentlichen Dienstes inklusive Erziehung und Gesundheit, ist die Bruttowertschöpfung pro Person und Jahr mit 46.500 € angegeben. Setzt man auch hier einen Ausfall an Arbeitszeit von 1,2 % an, ergeben sich Kosten pro Arbeitnehmer von 558 € pro Person und Jahr.

Rechenbeispiel:

7.2 Mit welchen Kosten müssen Arbeitgeber rechnen, um Fehlzeiten zu vermeiden?

Ein Büroneubau im Raum München für 100 Mitarbeiter wird für eine gute Raumluftqualität mit einer Lüftungsanlage mit einem Außenluftvolumenstrom von 50 m³/ pro Person = 5.000 m³/h ausgestattet. Gleichzeitig entscheidet sich der Firmenchef für den Einbau einer kontrollierten Luftbefeuchtung in die Lüftungsanlage, um dadurch auch in den kühlen Jahreszeiten in den Räumen bei einer Raumtemperatur von 22 °C an fünf Arbeitstagen pro Woche eine gesundheitsfördernde Luftfeuchte von mindestens 40 % sicherzustellen.

Die Investitionskosten für den Einbau der hier gewählten Luftbefeuchtung auf Basis einer gasbefeuerten Dampfluftbefeuchtung System Condair GS, betragen inklusive der notwendigen Aufbereitung des Befeuchterwassers einmalig rund 29.000 €. Ohne nun zu sehr in Details zu gehen, betragen die jährlichen Betriebskosten für das Befeuchtungssystem durch den Verbrauch von Gas, Wasser und Strom sowie für die Wartung etwa 3.600 €.

Was bedeutet das in einem Betrachtungszeitraum von 15 Jahren?

Wie zuvor berechnet, verliert der Unternehmer durch die zu trockene Büroluft 1.170 € pro Person pro Jahr an Produktivität. Das entspricht bei 100 Beschäftigten einem Wert von 117.000 € pro Jahr, beziehungsweise einer Summe von 1,755 Mio. € in 15 Jahren.

Zur Vermeidung dieser Verluste kostet ihn die Luftbefeuchtung 29.000 € als einmalige Investition sowie jährlich 3.600 € Betriebskosten x 15 Jahre = 54.000 €. Daraus ergibt sich eine Summe von etwa 83.000 € für 15 Jahre.

Aus dem Vergleich der beiden Ergebnisse folgt für das Unternehmen eine „Rendite“ zwischen dem Aufwand für eine gute und gesunde Luftfeuchte und der Vermeidung von Verlusten (geringere Produktivität) von 1,755 Mio. € : 83.000 € = 2.100 %, beziehungsweise ein vermiedener Produktivitätsverlust von 1,755 Mio. € - 83.000 €, der zu einer Rendite von 1,672 Mio. € führt.

Berechnung bei 100 Mitarbeitern über einen Betriebszeitraum von 15 Jahren im Wirtschaftssektor **Öffentliche und sonstige Dienstleister, Erziehung und Gesundheit**

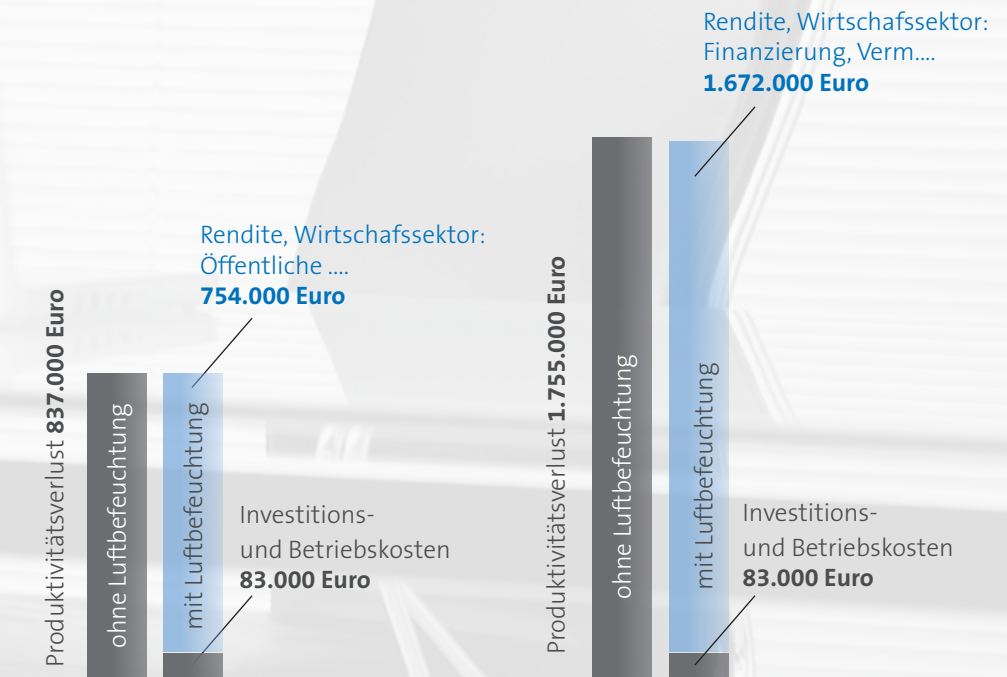
Bruttowertschöpfung eines Arbeitsplatzes* x Ausfallzeit** = Produktionsverlust
46.500,00 Euro x 1,2 % = 585,00 Euro jährlich, pro Person

Mitarbeiter x Produktionsverlust pro Jahr x Betriebszeitraum = Produktionsverlust
100 x Euro 585 x 15 Jahre = 837.000 Euro

Berechnung bei 100 Mitarbeitern über einen Betriebszeitraum von 15 Jahren im Wirtschaftssektor **Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistung**

Bruttowertschöpfung eines Arbeitsplatzes* x Ausfallzeit** = Produktionsverlust
97.500,00 Euro x 1,2 % = 1.170,00 Euro jährlich, pro Person

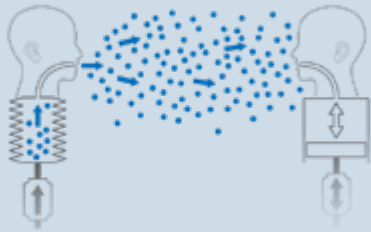
Mitarbeiter x Produktionsverlust pro Jahr x Betriebszeitraum = Produktionsverlust
100 x Euro 1.170 x 15 Jahre = 1.755.000 Euro



* Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

** hochgerechnete Gesamtausfallzeit durch Atemwegserkrankungen

8 Eine Übersicht medizinischer Studienergebnisse zur gesundheitlichen Relevanz von Luftfeuchtigkeit



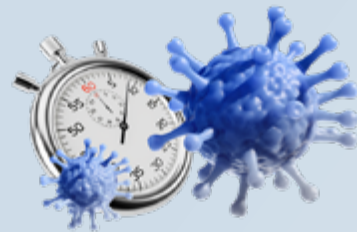
Übertragung von Grippeviren durch die Luft

Gemessen wurde in einem Klimaraum der Prozentsatz von ausgehusteten Grippeviren, der bei unterschiedlicher Raumluftfeuchte nach einer Stunde noch ansteckend war. Bei Luftfeuchtigkeit unterhalb 23 % waren nach einer Stunde noch über 70 % der ausgehusteten Grippeviren ansteckend. Bei über 40 % relativer Feuchte waren nach einer Stunde weniger als 20 % der Viren noch ansteckend. Tiefe Luftfeuchtigkeit erhöht das Ansteckungsrisiko durch ausgeatmete oder ausgehustete Grippeviren, während Luftfeuchtigkeit von über 40 % das Ansteckungsrisiko senkt.

Originaltitel:
High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs

Autoren:
John D. Noti, Francoise M. Blachere, Cynthia M. McMillen, William G. Lindsley, Michael L. Kashon, Denzil R. Slaughter, Donald H. Beezhold

Veröffentlicht:
2013



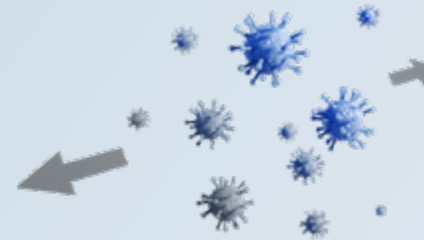
Überlebensdauer von Viren in der Luft

Die Forscher fanden ein langes Überleben der Viren bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit nahe 100 %. Die Ansteckungsfähigkeit der Viren blieb ebenfalls lange erhalten, wenn die Luftfeuchtigkeit unter 50 % lag. Bei Luftfeuchtigkeit oberhalb 50 % wurden die Grippeviren innerhalb kurzer Zeit inaktiviert. Es wird vermutet, dass die bei der Verdunstung in fallender Luftfeuchtigkeit extrem stark ansteigende Salzkonzentration im Tröpfchen die Viren inaktiviert. Unterhalb von 50 % Luftfeuchte kristallisieren die Salze, verlieren ihre inaktivierende Wirkung und scheinen die Viren zu konservieren. Der aufgezeigte Mechanismus erklärt, weshalb in der winterlichen Heizperiode regelmäßig Grippeepidemien auftreten, bedingt durch die sehr tiefen Feuchtigkeit geheizter Raumluft.

Originaltitel:
Relationship between humidity and influenza a viability in droplets and implications

Autoren:
Wan Yang, Subbiah Elankumaran, Lindsey C. Marr

Veröffentlicht:
2012



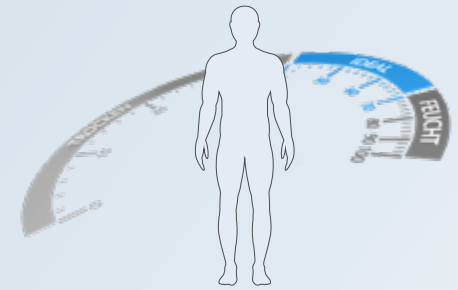
Einfluss von Luftfeuchtigkeit und Lüftung auf das Grippeerisiko

Die Forscher haben mit Modellrechnungen das Ansteckungsrisiko für Grippe bei unterschiedlicher Raumluftfeuchtigkeit und Lüftungsintensität untersucht. Eine Steigerung der Lüftung verringert das Ansteckungsrisiko durch Ausdünnung und Entfernung der Grippeviren in der Abluft. Das ist vor allem effektiv bei kleinen, lange schwebefähige Keimtröpfchen in trockener Raumluft. Die Raumluftfeuchtigkeit bestimmt die Verdunstung von ausgehusteten Keimtröpfchen und damit deren Endgröße (Schwebedauer), und über die Salzkonzentration die Überlebenszeit der Grippeviren. Luftfeuchtigkeit über 40 % verringert das Infektionsrisiko durch rasche Inaktivierung der Viren und rasches Absinken der großen Tröpfchen. Trockene Raumluft bewirkt das Gegenteil und erhöht das Grippeerisiko.

Originaltitel:
Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity

Autoren:
Wan Yang, Linsey C. Marr

Veröffentlicht:
2011



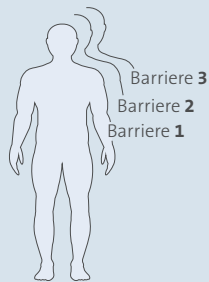
Mittlere Luftfeuchte ist ideal für unsere Gesundheit

Diese wichtige Literaturstudie zeigt mit 99 Studienreferenzen auf, weshalb mittlere Luftfeuchtigkeit von 40 - 60 % der Idealbereich ist sowohl in Bezug auf die direkten Auswirkungen wie Wohlbefinden und Gesundheit der Gebäudenutzer als auch in Bezug auf die Vermeidung von gesundheitlichen Problemen durch virale und bakterielle Infektionen, Allergien, Pilzbefall, Milben sowie partikuläre und gasförmige Luftverunreinigungen. Mittlere Luftfeuchtigkeit schützt und pflegt Haut und Schleimhäute, Nase und Atemwege. Sie optimiert die Dynamik von Aufwirbelung, Verbreitung und Sedimentierung von luftgetragenen Schadstoffen im Sinne einer Verminderung der Exposition.

Originaltitel:
Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings

Autoren:
Sterling EM, Arundel A, Sterling TD

Veröffentlicht:
1985



Trockene Luft ist der beste Komplize der Grippeviren

Die 2019 veröffentlichte Studie aus Yale zeigt die schwerwiegenden Auswirkungen tiefer Luftfeuchtigkeit auf die Infektionsabwehr der Atemwege im Vergleich zur Normalsituation bei 50 % Luftfeuchtigkeit. Eine mehrtägige Exposition gegenüber 10%-iger Luftfeuchtigkeit hat zur Folge, dass:

- 1)** Flimmerhärchen, die Schleim und Viren aus den Atemwegen abtransportieren sollen, unkoordiniert und ineffizient werden.
- 2)** die für die unmittelbare Infektionsbekämpfung zuständige angeborene zelluläre und humorale Immunität vollständig blockiert wird.
- 3)** die Grippeviren ungehindert eindringen, sich vermehren und Gewebeschäden verursachen.

Die Folge sind häufigere und schwerere Grippeverläufe.

Originaltitel:

Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection

Autoren:

Eriko Kudo, Eric Song, Laura J. Yockey, Patrick W. Wong, Robert J. Homer und Akiko Iwasaki,

Veröffentlicht:
2019

Spitalinfektionen und tiefe Luftfeuchtigkeit

In einer Studie an einem Universitäts-spital wurden in 10 Patientenzimmern neun Parameter (T, RF, Lux, CO₂, Luftdruck, Frischluftanteil, Luftwechsel, Personenbewegungen, Handhygiene) gemessen. Infolge der angestrebten hohen Luftwechselraten, lag die Luftfeuchtigkeit im Schnitt des Sommerhalbjahres um 40 % und im Winterhalbjahr bei 30 %. Im Winterhalbjahr war die Rate an Spitalinfektionen deutlich höher als im Sommer. Der Anstieg korrelierte von allen gemessenen Parametern am besten mit der tieferen Luftfeuchtigkeit. Es stellt sich die Frage, ob die tiefe winterliche Luftfeuchtigkeit ursächlich ist für den Anstieg der Spitalinfektionen?

Originaltitel:

Building science measurements for the hospital microbiom project, Thesis Ramos T, 2014
Is low indoor humidity a driver for healthcare-associated infections?

Autoren:

Dr. Stephanie Taylor, Dr. med Walter Hugentobler

Veröffentlicht:
2016



Winterluft, Heizung, Lüftung und der Luftbefeuchter Mensch

Die Studie untersuchte in Schulzimmern die Zusammenhänge zwischen den obigen Begriffen und der Überlebenszeit von Grippeviren. Die Raumluftfeuchte wird bestimmt durch die absolute Feuchte in der Außenluft (in kalter Winterluft sehr tief), die Heiztemperatur, die Lüftungsintensität und die Anwesenheit von Personen, die Feuchte an die Raumluft abgeben. Ohne aktive Luftbefeuchtung liegt die Raumluftfeuchte im Winter meist um 30 % und variiert in Abhängigkeit von Personenanwesenheit und Außentemperatur. Im Schulzimmer überleben 70 % der eingebrachten Grippeviren eine Stunde. Mit Luftbefeuchtern (Leistung ≈ 2 lt/h) kann die Luftfeuchtigkeit im Schulzimmer rasch auf 40 resp. 60 % gesteigert werden, was die Überlebensrate der Grippeviren nach einer Stunde auf 50 resp. 35 % reduziert und das Ansteckungsrisiko deutlich reduziert.

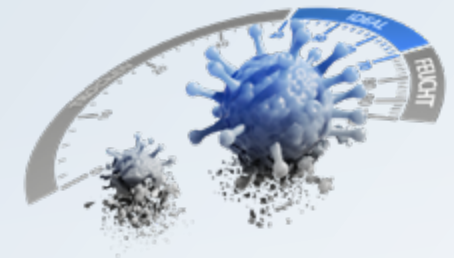
Originaltitel:

Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States

Autoren:

Koep T.H. et al.

Veröffentlicht:
2013



Der tödliche Effekt von relativer Luftfeuchtigkeit auf Bakterien-Aerosole

Unter diesem Titel wurde bereits 1947 eine Studie veröffentlicht, in der nachgewiesen wurde, dass drei der häufigsten bakteriellen Erreger von Atemwegsinfektionen (Pneumokokken, Streptokokken und Staphylokokken) bei mittlerer Luftfeuchtigkeit (40 - 60 %) in der Luft rasch inaktiviert werden, wenn sie mit salzhaltigem Wasser versprüht werden. In tiefer und sehr hoher Luftfeuchtigkeit überleben alle drei Bakterien sehr lange.

Originaltitel:

The lethal effect of relative humidity on air-borne bacteria

Autoren:

Edward W. Dunklin, Theodore T. Puck, Ph.D

Veröffentlicht:
1947

Die Studien in ausführlicher Form finden Sie unter www.condair.de/medizinische-studien oder dem nebstehenden QR-Code.



9 Spiegeln Normen und Richtlinien den Stand der Wissenschaft in Bezug auf die Raumlufffeuchte wider?

Das Sicherstellen einer Raumlufffeuchte, die die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit von Menschen schützt und fördert, wird auch in einigen technischen Regeln wie Normen und Richtlinien behandelt. Allerdings betrachten diese technischen Regeln dazu in fast allen Fällen nur hohe Raumlufffeuchten über etwa 65 % bei Raumtemperaturen über 26 °C und die negativen Auswirkungen, die ein solch schwüles Arbeitsumfeld auf Bürotätige haben kann. Im Vergleich dazu wird das Thema „Mindestraumlufffeuchten in kühleren und trockenen Jahreszeiten“ bislang fast sträflich vernachlässigt – hierzu gibt es nur, wenn überhaupt, einige empfehlende Aussagen ohne konkret einzuhaltende Vorgaben. Der Grund dafür mag darin liegen, dass die zahlreichen Erkenntnisse zu den vielen positiven Wirkungen einer Mindestraumlufffeuchte von etwa 40 %, die in dieser Broschüre zuvor ausführlich beschrieben wurden, in der Fachwelt noch nicht angekommen sind und erst noch an Bekanntheit und Akzeptanz gewinnen müssen, um dann in technischen Regeln aufgenommen zu werden. Dies sollte aber nur eine Frage der Zeit sein.

Eine Norm von zentraler Bedeutung für die Aspekte Raumluffqualität, Temperaturen und Feuchten ist die DIN EN 15251 „Eingangsparameter für das Raumklima“ (künftig DIN EN 16798 Teil 1). Darin findet man zur Lufffeuchte folgende Aussagen: „Bei Gebäuden, die keinen anderen Anforderungen als denen der menschlichen Nutzung unterliegen (z. B. Büros, Schulen und Wohngebäude), ist eine Be- oder Entfeuchtung gewöhnlich nicht erforderlich. Unterhalb des Wertes von 30 % für die relative Feuchte der Luft, können gesundheitliche Beeinträchtigungen (z. B. trockene Schleimhäute) und störende, statische Aufladungen auftreten. Werden Befeuchtungs- und/oder Entfeuchtungsanlagen eingesetzt, muss eine übermäßige Befeuchtung und Entfeuchtung vermieden werden. Die in der Tabelle angegebenen empfohlenen Auslegungswerte der Raumlufffeuchte in von Personen genutzten Räumen mit Be- und Entfeuchtungsanlagen sind zu verwenden.“

Die in der Tabelle aufgeführten Mindestraumlufffeuchten von 30 % (für beste Raumkategorie I) bis 20 % (schlechteste Raumkategorie III), liegen alle unter den

Gebäude-/Raumtyp	Kategorie	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte	
		für Entfeuchtung	für Befeuchtung
Räume, deren Feuchtekriterien durch menschliche Nutzung bestimmt werden. Spezielle Räume (Museen, Kirchen usw.) können andere Grenzwerte erfordern.	I	50 %	30 %
	II	60 %	25 %
	III	70 %	20 %

in verschiedenen Studien und Broschüren empfohlenen Mindestwerten von etwa 40 %. Sie sind daher kaum geeignet, um ein gesundheitlich einwandfreies und behagliches Arbeitsumfeld sicherzustellen und Gefährdungen durch Krankheiten zu reduzieren.

Ähnliche Aussagen sind auch in der DIN EN 16798 Teil 3 „Lüftung von Nichtwohngebäuden“ zu lesen. Demnach ist „eine Befeuchtung oder Entfeuchtung der Raumluff mit Zuluft in der Regel nicht erforderlich. Bei Einsatz sind sie jedoch für die Grenzwerte des zulässigen Feuchtebereichs, den Mindestwert bei Befeuchtung und den Höchstwert bei Entfeuchtung auszulegen“. Hierzu gibt es einen Verweis auf die DIN EN 15251 und die Werte in der nebenstehenden Tabelle.

In die gleiche falsche Richtung – oft mit Verweisen auf die DIN EN 15251 – gehen leider auch weitere technische Regeln. So enthält die Arbeitsstättenregel 3.6 „Lüftung“ die Aussage: „Für den Fall, dass Beschwerden zur Raumlufffeuchte auftreten, ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob und ggf. welche Maßnahmen zu ergreifen sind.“ Auch die für öffentliche Gebäude geltende „Empfehlung RLT-Anlagen 2018“ des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) besagt, dass „Be- und Entfeuchtung üblicherweise nur in besonderen Gebäuden, wie z. B. in Museen und einigen Gesundheitseinrichtungen, erforderlich sind“.

Einen Lichtblick zur Raumlufffeuchte enthält die VDI 3804 „Raumlufftechnik – Bürogebäude“ mit folgenden Aussagen:

„Es wird empfohlen, als Untergrenze die Kategorie 1 der DIN EN 15251 mit 30 % r.F. anzustreben. Hierzu ist in der Regel eine Befeuchtungseinrichtung erforderlich. Feuchten < 30 % r.F. können zu Reizungen der Augen und der Luftwege führen und damit Infektionskrankheiten begünstigen. Ferner können Probleme mit erhöhter statischer Aufladung entstehen. Bei tiefen Außentemperaturen ist eine Unterschreitung einer Raumlufffeuchte von 30 % zu erwarten.“

Welche Luftfeuchte ist nun empfohlen?
Eine verbindlich definierte Mindestlufffeuchte am Arbeitsplatz gibt es derzeit nicht. Die Berufsgenossenschaften und Unfallversicherungen gehen im Regelfall davon aus, dass die Raumluff nicht zusätzlich befeuchtet werden muss. Eine technische Regel für Arbeitsstätten ASR A 3.6 „Lüftung“ definiert hier nur Maximalwerte, die die relative Luftfeuchte bei unterschiedlichen Raumtemperaturen nicht überschreiten darf. Das Arbeitsschutzgesetz § 5 „Gefährdungsbeurteilung“ konstatiert, dass sich eine Gefährdung am Arbeitsplatz auch aus physikalischen Einwirkungen ergeben kann. Für den Fall, dass gesundheitliche Beschwerden auftreten, hat der Arbeitgeber zu prüfen, ob und welche Maßnahmen einzuleiten sind.

Somit entsprechen aktuelle technische Regeln im Hinblick auf Vorgaben und zum Einhalten von Mindestraumlufffeuchten leider nicht dem heutigen Stand der Medizin und Wissenschaft und sollten daher dringend zu Vorgaben von Mindestraumlufffeuchten überarbeitet werden.

10 Schnelle Analyse des Büroklimas mit dem Risikograph Raumluftheuchte

Wenn Personen an Büroarbeitsplätzen über mangelhafte Temperaturen oder Luftfeuchten klagen oder häufige Atemwegserkrankungen auftreten, bietet das nachfolgende Verfahren eine rasche und einfache Möglichkeit für eine erste objektive Analyse und Beurteilung des Raumklimas. Das Verfahren beruht auf dem sogenannten „Risikograph Klima“, den die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) in ihrer Information 215-510 „Beurteilung des Raumklimas“ empfiehlt. Da dieser DGUV-Risikograph aber nur für Beschwerden über hohe Raumtemperaturen und hohe Raumluftheuchten gilt, hat die Condair einen „Risikograph Raumluftheuchte“ für ein trockenes Raumklima entwickelt. Wie ist dieser Risikograph anzuwenden und welche Ergebnisse liefert er?

Schritt 1:

In den Büros, in denen es Beschwerden über ein trockenes, unangenehmes Raumklima gibt, werden die Raumtemperaturen und die Raumluftheuchten gemessen.

Schritt 2:

Die gemessenen Werte werden in den Risikograph Luftfeuchte eingetragen: Die Temperatur auf der x-Achse, die relative Luftfeuchte entlang der schräg verlaufenden Raumluftheuchtelinien.

Schritt 3:

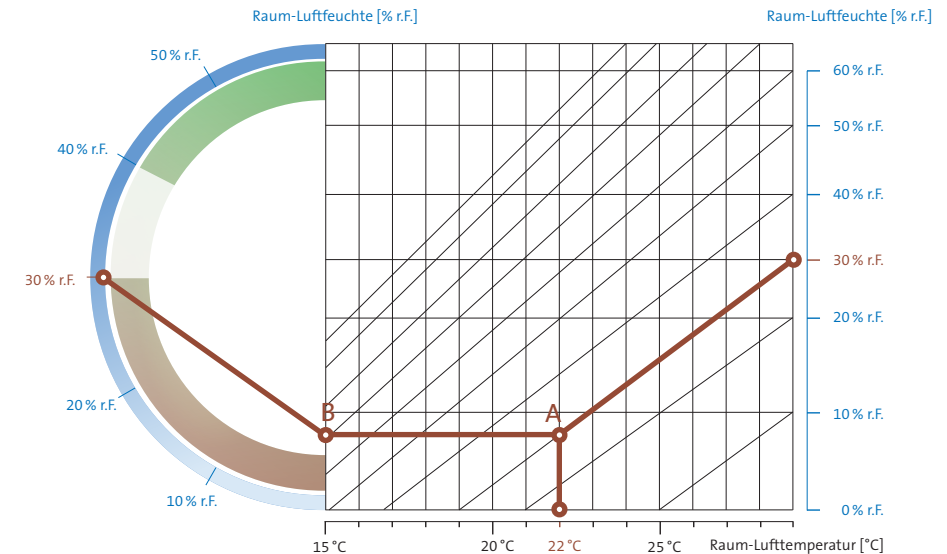
Die Anwendung des Risikographen Luftfeuchte zeigen die nebenstehenden zwei Beispiele.

Beispiel 1: Handlungsbedarf

Dies gilt beispielsweise für eine Raumtemperatur von 22 °C und einer Raumluftheuchte von 30 %. Aus diesen Werten ergibt sich im Diagramm der Schnittpunkt A. Von diesem Punkt aus wird eine horizontale Linie bis links an den Rand der Grafik (y-Achse) zum Punkt B gezogen. Dann wird der Punkt B mit der links außen neben dem Diagramm angeordneten Skala der Raumluftheuchte verbunden, und zwar auf den gemessenen Wert der Raumluftheuchte (im Beispiel 30 %). Die sich dabei ergebende rote Linie verläuft durch den roten Bereich des Risikographen. Dieser Bereich signalisiert eine ungenügende Raumluftheuchte und daraus folgend, gesundheitliche Gefährdungen. Schneidet die Ergebnisgerade den roten Bereich des Risikographen, wird aus medizinischer Sicht die Erhöhung der relativen Raumluftheuchte empfohlen.

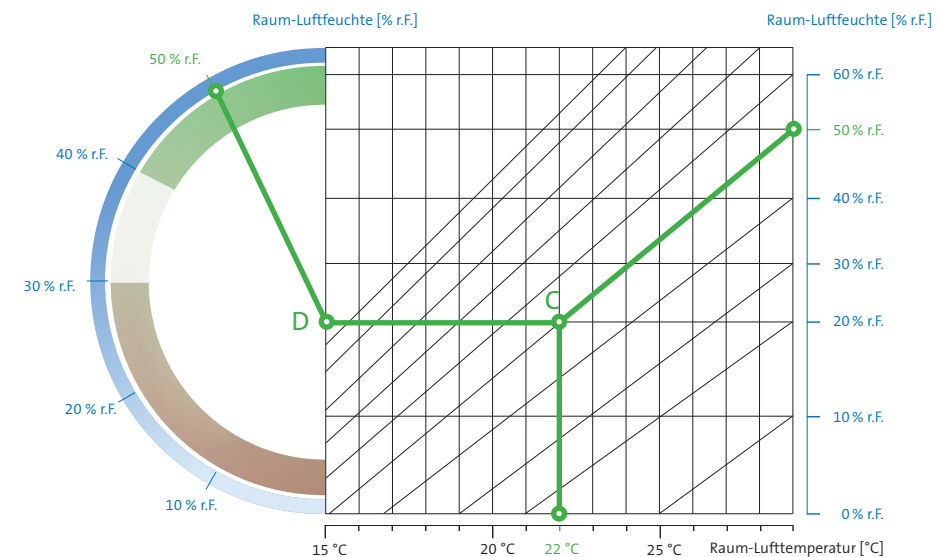
Beispiel 2: Optimale Raumluftheuchte

Im Vergleich dazu zeigt dieses Beispiel mit den grünen Geraden im Risikograph ein gutes Raumklima mit einer ausreichenden Raumluftheuchte. Gemessen wurde eine Raumtemperatur von 22 °C und eine relative Raumluftheuchte von 50 %. Daraus ergibt sich der Schnittpunkt C, von dem erneut eine horizontale Linie bis links an den Rand der Grafik zum Punkt D gezogen wird. Verbindet man den Punkt D mit der neben dem Diagramm angeordneten Feuchteskala auf den gemessenen



Beispiel 1: Handlungsbedarf

Bei 22 °C Raum-Temperatur und 30% r.F. Raum-Luftfeuchte



Beispiel 2: Optimale Raumluftheuchte

Bei 22°C Raum-Temperatur und 50% r.F. Raum-Luftfeuchte

Feuchtwert von 50 %, führt die sich dabei ergebende Gerade nun durch den grünen Bereich. Dieser Bereich kennzeichnet eine ausreichende oder gute Raumluftheuchte und ein daraus folgendes geringes Risiko für gesundheitliche Beeinträchtigungen oder Gefährdungen durch zu trockene Luft.

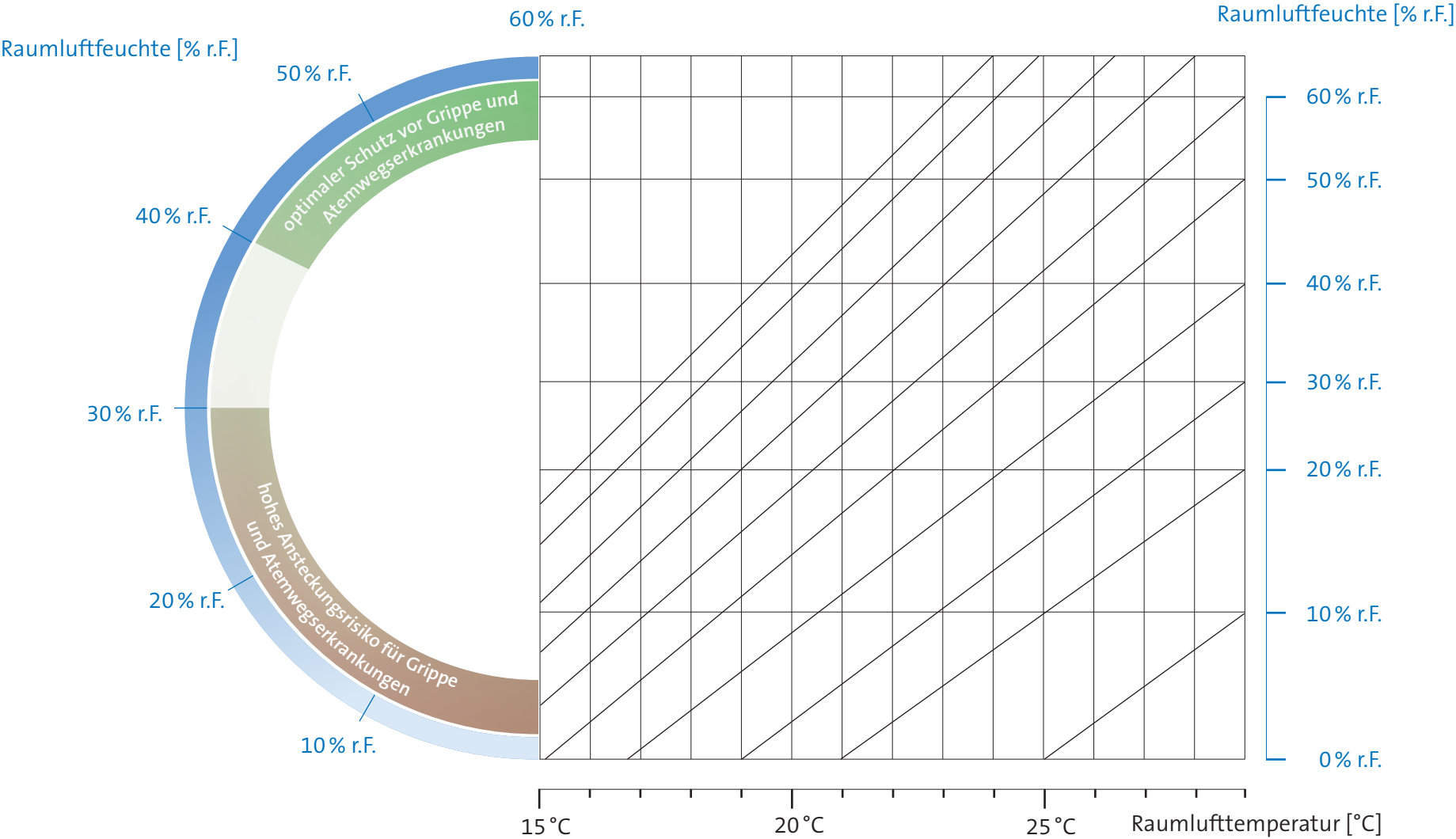
Wenn im Risikograph Raumluftheuchte die Gerade in der neutralen Zone zwischen dem roten und dem grünen Bereich verläuft, empfiehlt sich die Erhöhung der Raumluftheuchte ebenfalls.

Exemplare dieser Risikographen für Raumluftheuchte stehen Ihnen auf unserer Website als kostenfreie Downloads zur Verfügung.



Den Risikograph zum Downloaden finden Sie auf:
www.condair.de/Raumluftheuchte
oder über den hier abgebildeten QR-Code.





Regionalcenter Süd

Parkring 3

D-85748 Garching

Tel. +49 (0) 89 / 20 70 08-0

Fax +49 (0) 89 / 20 70 08-140

Regionalcenter Südwest

Zettachring 6

D-70567 Stuttgart

Tel. +49 (0) 711 / 25 29 70-0

Fax: +49 (0) 711 / 25 29 70-40

Regionalcenter Mitte

Nordendstrasse 2

D-64546 Mörfelden-Walldorf

Tel. +49 (0) 61 05 / 963 88-0

Fax +49 (0) 61 05 / 963 88-40

Regionalcenter West

Werftstraße 25

D-40549 Düsseldorf

Tel. +49 (0) 211 / 54 20 35-0

Fax +49 (0) 211 / 54 20 35-60

Regionalcenter Nord

Lüneburger Straße 4

D-30880 Laatzen - Rethen

Tel. +49 (0) 5102 / 79 59 8-0

Fax +49 (0) 5102 / 79 59 8-40

Regionalcenter Ost

Chausseestraße 88

D-10115 Berlin

Tel. +49 (0) 30 / 921 03 44 -0

Fax +49 (0) 30 / 921 03 44-40

Condair Österreich

Perfektastraße 45

A-1230 Wien

Tel. +43 (0) 1 / 60 33 111-0

Fax +43 (0) 1 / 60 33 111 399

12,95[D/A] € 14,95 [CH]

ISBN: 978-3-98176184-9



Condair GmbH

Parkring 3, 85748 Garching

Tel. (0) 89 207 008 -0, Fax (0) 89 207 008 140, www.condair.de

