

Einfluss niedriger Luftfeuchten auf den Menschen im Kontext der Arbeitswelt

Kersten Bux¹

baua: Fokus

Im Winter liegt die Luftfeuchte oft unter 30 %. Da diese einen sehr geringen Einfluss auf die thermische Behaglichkeit hat, könnte nur mit einer großen Erhöhung der Luftfeuchte eine spürbare Verbesserung des thermischen Empfindens erzielt werden. Studien belegen die Auswirkungen trockener Luft auf den Menschen, wie trockene Haut. Bestimmte Viren (z. B. Influenza) zeigen eine höhere Aktivität und Infektiosität. Hieraus können aber noch keine evidenten Erkenntnisse für eine Mindestluftfeuchte in Arbeitsstätten abgeleitet werden. Bei Beschwerden über trockene Raumluft gib es Handlungshilfen der BAuA und Unfallversicherungsträger. Auslegungswerte der Luftfeuchte für RLT-Anlagen werden in Normen empfohlen. Der Fachverband Gebäude-Klima informiert über Methoden der Luftbefeuchtung, wobei Hygienevorschriften einzuhalten sind.

Inhalt

1	Einleitung und Veranlassung	1
2	Einfluss der Luftfeuchte auf Thermoregulation und Behaglichkeit.....	2
2.1	Thermoregulation des Menschen	2
2.2	Einfluss Luftfeuchte und Lufttemperatur auf thermische Behaglichkeit	3
3	Erkenntnisse der Wissenschaft	4
3.1	Einfluss trockener Luft auf Augen, Schleimhäute und Haut.....	4
3.2	Einfluss trockener Luft auf die Übertragung von Krankheitserregern	5
4	Akteure	6
4.1	Arbeitsschutz für Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten.....	6
4.2.	Gesundes Gebäude – Rolle der Normung.....	8
5	Weiterführende Informationen.....	9
6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	9
7	Quellen	10

1 Einleitung und Veranlassung

Immer wieder wird in den Wintermonaten über trockene Luft in Büroräumen als störender Arbeitsumgebungsfaktor berichtet und in diesem Zusammenhang zumeist Effekte wie trockene und juckende Haut, trockene und brennende Augen sowie gereizte Schleimhäute, Stimmstörungen, geschwächte Immunabwehr und unangenehme elektrische Aufladungen aufgeführt. Sowohl mit vielen wissenschaftlichen Studien als auch mit mehreren Befragungen von

¹ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Beschäftigten wurde der Einfluss der trockenen Raumluft auf die Gesundheit betrachtet und das Thema einer Mindestluftfeuchte in Innenräumen diskutiert (siehe z. B. Nienaber et al. 2021).

Eine nicht aktiv befeuchtete Raumluft zeigt aufgrund des Außenklimas in den Wintermonaten in den meisten Büroräumen relative Luftfeuchten von unter 30 %. Ursache dafür ist die begrenzte Aufnahmefähigkeit von Wasserdampf in der Umgebungsluft. Warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen als kalte Luft, in Abhängigkeit von Druck und Temperatur bei Betrachtung eines konstanten Luftvolumens. Daher sinkt im Winter die relative Luftfeuchte, wenn die kalte Außenluft in den Raum gelangt und erwärmt wird, z. B. bei der freien Lüftung über geöffnete Fenster.

Bei einer gegebenen absoluten Luftfeuchte im Raum wird die Raumluft mit steigender Lufttemperatur immer trockener (relative Luftfeuchte). Je höher die Lufttemperatur ist, desto niedriger ist die relative Luftfeuchte. Für je ca. 2 °C Anstieg der Lufttemperatur ist mit einem Absinken der relativen Luftfeuchte um ca. 5 % zu rechnen. Hat die Raumluft bei einer Temperatur von +20 °C eine relative Luftfeuchte von 40 %, sinkt diese bei einer Lufttemperatur von +24 °C auf ca. 30 %. Höhere Lufttemperaturen und höhere Lüftungsraten führen also im Winter stets zu einer geringeren relativen Luftfeuchte in Innenräumen.

Abbildung 1 zeigt den Einfluss der Lufttemperatur auf die relative Luftfeuchte. Während die absolute Luftfeuchte sowohl bei einer Außenlufttemperatur von 0 °C als auch bei einer Innenlufttemperatur von +20 °C einen Wert von 2 gW/kgtr.L (g Wasser pro kg trockener Luft) hat, ändert sich der Wert der relativen Luftfeuchte. Die relative Luftfeuchte sinkt von 53 % bei einer Außenlufttemperatur von 0 °C auf 14 %, wenn sich die Luft auf +20 °C erwärmt.



Abb. 1 Absolute und relative Luftfeuchte bei einer Außenlufttemperatur von 0 °C und einer Innenlufttemperatur von +20 °C (Quelle Fachverband Gebäude-Klima e. V. FGK)

2 Einfluss der Luftfeuchte auf Thermoregulation und Behaglichkeit

2.1 Thermoregulation des Menschen

Der Mensch besitzt kein eigentliches Sinnesorgan, um die Luftfeuchte direkt wahrzunehmen. Stattdessen ist er auf sekundäre subjektive Wahrnehmungen angewiesen, beispielsweise Wärme oder Kälte und weitere Aspekte der Thermoregulation, wie Schwitzen und Schwüleempfinden. Auch trockene Schleimhäute werden dem zugeschrieben. Die Luftfeuchte kann durch verschiedene Größen angegeben werden, üblich sind die bereits genannte relative Luftfeuchte und die absolute Luftfeuchte (Wasserdampfgehalt) sowie der Wasserdampfpartialdruck und die psychrometrische Feuchttemperatur. Zum Verständnis der Wirkung von trockener Luft wird hier vor allem die relative Luftfeuchte betrachtet.

Die Kerntemperatur des menschlichen Körpers muss konstant zwischen $+36\text{ °C}$ und $+37\text{ °C}$ liegen. Die Hautoberfläche hat im Mittel eine Temperatur von etwa $+31\text{ °C}$ bis $+33\text{ °C}$. Die durch den Stoffwechsel freigesetzte Wärme muss an die Umgebung abgegeben werden. Dafür nutzt der menschliche Organismus unterschiedliche Wärmetransportmechanismen in der Form von Konvektion, Strahlung, Wärmeleitung und Verdunstung, welche alle u. a. temperaturabhängig sind. Hier soll nur näher auf Konvektion und Verdunstung eingegangen werden, da die Luftfeuchte auf diese Mechanismen den größten Einfluss hat.

Bei der Konvektion wird Wärme durch den Temperaturunterschied zwischen der umgebenen Luft und der Hauttemperatur abgegeben. Steigt die Lufttemperatur, reduziert sich die Wärmeabfuhr. Bei Werten oberhalb von ca. $+35\text{ °C}$ wird sogar Wärme auf den Körper übertragen. Da der Wärmehaushalt des menschlichen Körpers ausgeglichen sein muss, wird nun zunehmend Wärme durch den Prozess der Verdunstung abgegeben.

Im Zustand von thermischer Behaglichkeit (Lufttemperatur etwa $+21\text{ °C}$ bis $+22\text{ °C}$ im Winter) verteilt sich die Abgabe von Wärme zu etwa gleichen Teilen auf Konvektion, Strahlung und Verdunstung. Trockene warme Luft nimmt dabei den Wasserdampf einfacher auf, sodass die Feuchtigkeit auf der Haut recht schnell verdunsten kann. Mit zunehmender relativer Luftfeuchte wird hingegen die Verdunstung aufgrund der immer geringeren Wasserdampfpartialdruckdifferenz verlangsamt, dabei wird die Luft immer mehr mit Wasserdampf gesättigt. An schwülen Sommertagen ist deswegen die Wärmeabgabe durch Verdunstung weniger effektiv. Der Mensch reguliert seinen Wärmehaushalt also zu einem großen Teil durch Wasserdampf-abgabe über die Hautoberfläche, was direkt durch die relative Luftfeuchte beeinflusst wird.

2.2 Einfluss Luftfeuchte und Lufttemperatur auf thermische Behaglichkeit

Im Zuge der Diskussion möglicher Energieeinsparpotentiale im Gebäudebereich geht es auch um die Frage, ob z. B. bei Absenkung der Lufttemperatur um 1 °C und gleichzeitiger Erhöhung der relativen Luftfeuchte das gleiche Behaglichkeitsempfinden erreicht werden kann. Dem liegt der aus Studien bekannte Effekt zugrunde, dass der Anteil mit dem Raumklima unzufriedener Personen bei geeigneter Variation der relativen Luftfeuchte und der Lufttemperatur reduziert werden kann.

In der DIN EN ISO 7730 ist ein Berechnungsverfahren hinterlegt, mit dessen Hilfe das allgemeine Wärmeempfinden und der Grad der thermischen Unbehaglichkeit von Menschen ermittelt werden können, die sich in einem gemäßigten Umgebungsklima befinden. Damit ist eine analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit anhand der Berechnung des PMV (predicted mean vote: erwartete durchschnittliche Empfindung) und des PPD (predicted percentage of dissatisfied: vorhergesagter Prozentsatz der Unzufriedenen) möglich. Hier gehen insbesondere folgende Faktoren in die Berechnung ein: Energieumsatz, Bekleidung, Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, relative Luftgeschwindigkeit und Wasserdampfpartialdruck.

In dem Berechnungsverfahren wird davon ausgegangen, dass im gemäßigten Umgebungsklima die Luftfeuchte lediglich einen geringen Einfluss auf das Wärmeempfinden des Menschen hat. Daraus konnte z. B. ermittelt werden, dass eine um zehn Prozent höhere relative Luftfeuchte als genauso warm empfunden wird wie eine um $0,3\text{ °C}$ höhere operative Raumtemperatur. Dabei beschreibt die operative Raumtemperatur das Zusammenwirken der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur der Umgebungsflächen und entspricht näherungsweise deren Mittelwert. Eine relativ große Erhöhung der relativen Luftfeuchte – was zudem mit einem hohen energetischen Aufwand verbunden ist – bewirkt eine kaum spürbare Verbesserung des thermischen Empfindens.

3 Erkenntnisse der Wissenschaft

3.1 Einfluss trockener Luft auf Augen, Schleimhäute und Haut

Augen: Nach wie vor gibt es nur wenige aussagekräftige Studien, die den Einfluss von trockener Luft auf die Augen untersuchen [Bux, von Hahn 2020]. Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich Tränenverdunstungsrate, Dicke der Lipidschicht, Tränenproduktion und Tränenfilmstabilität unter trockenen Umgebungsrandbedingungen signifikant verändern. In einigen dieser Studien konnte eine Abnahme der Tränenfilmstabilität mit einer Abnahme der relativen Luftfeuchte unter 30 % in Verbindung gebracht werden. Eine vergleichbare Abnahme kann aber auch bei zunehmender Lufttemperatur über +22 °C beobachtet werden. Des Weiteren führt eine Absenkung der relativen Luftfeuchte zu einem signifikanten Anstieg der Lidschlagfrequenz [Derby et al. 2016]. Wird die relative Luftfeuchte erhöht, kann dies eine Verbesserung der Tränenfilmstabilität bewirken [Wolkoff, 2018]. Im Rahmen der Studien wurden keine Langzeiteffekte untersucht. Bei einem nicht geringen Teil der Bevölkerung wird das Syndrom des trockenen Auges angetroffen. Dabei hängt die Prävalenz u. a. vom Wohnort ab und ist für den städtischen Bereich deutlich größer als für den ländlichen Bereich. Weitere Einflussfaktoren sind neben vermehrter Bildschirmarbeit eingenommene Medikamente, verwendete Kosmetika, die Ernährung sowie das Tragen von Kontaktlinsen.

Schleimhäute der Atemwege: Studien an gesunden Probanden zeigen nur einen geringen Einfluss der Luftfeuchte auf die Schleimhäute der Atemwege. Stattdessen kristallisiert sich ein deutlicher Einfluss des Alters auf die Trockenheit der Schleimhäute in den Atemwegen heraus. Auch kann eine vermehrte bzw. reine Mundatmung im Gegensatz zur Nasenatmung zu deutlich trockeneren Schleimhäuten im Bereich des Mundes und des Rachens führen. Als Abhilfe bei Symptomen einer trockenen Nase wird eher die Anwendung von Nasensprays und Nasenspülungen als eine Erhöhung der Luftfeuchte empfohlen. Eine längerfristige Verwendung von Nasensprays sollte allerdings in jedem Fall mit der Betriebsärztin bzw. dem Betriebsarzt abgeklärt werden. [Bux, von Hahn 2020]. Bei Menschen mit bestimmten Vorerkrankungen, wie atopisches Asthma oder Neurodermitis, wurden Reaktionen auf niedrige relative Luftfeuchte festgestellt. Asthmatiker verfügen wahrscheinlich über einen Defekt, der es ihnen nicht ermöglicht, die eingeatmete Luft ausreichend zu konditionieren, das heißt, sie zu befeuchten und auf die erforderliche Temperatur zu bringen. Daher kann bei Asthmatikern eine Luftbefeuchtung zur Linderung der Symptome beitragen [von Hahn 2007].

Haut: In der Literaturstudie [Bux, von Hahn 2020] wurden nur wenige Studien auf Basis messtechnischer Untersuchungen gefunden und es konnten nur vereinfachte Zusammenhänge abgeleitet werden. Hautbeschwerden wie Juckreiz, trockene und spröde Haut treten bereits bei relativen Luftfeuchten kleiner als 30 % auf. Die meisten Laborversuche wurden mit relativ wenigen Probanden aus nicht repräsentativen Gruppen ausgeführt, bei Versuchsdauern über nur wenige Stunden. Die In-vitro Versuche zum Nachweis der Verbesserung der Barrierefunktion der Haut durch Erhöhung der Luftfeuchte können nur bedingt auf den lebenden Organismus übertragen werden. Numerische Modellrechnungen zeigen grundsätzliche Tendenzen, wie mit einer Änderung der Lufttemperatur ein ähnlicher Effekt zur Minderung der Feuchteabgabe der Haut erreicht werden kann wie mit einer Erhöhung der Luftfeuchte. Insofern lassen sich insgesamt aus den hinzugezogenen Studien keine neuen Erkenntnisse ableiten, die aus dermatologischer Sicht konkrete Anforderungen an die Raumluftfeuchte stellen würden und aus denen sich konkrete Maßnahmen für den Arbeitsschutz ableiten ließen.

Einfluss Lüftung auf Wasserabgabe über die Haut: Bei Laborversuchen mit Probanden wurde eine deutliche Abnahme der Diffusionsrate von Wasserdampf durch die Haut (sog. Transepidermale Wasserverlust) mit steigender relativer Luftfeuchte festgestellt [Felsman et al. 2020]. In einer Klimakammer wurde dabei die Wasserdampfabgabe an Probanden (Stirn, Hand)

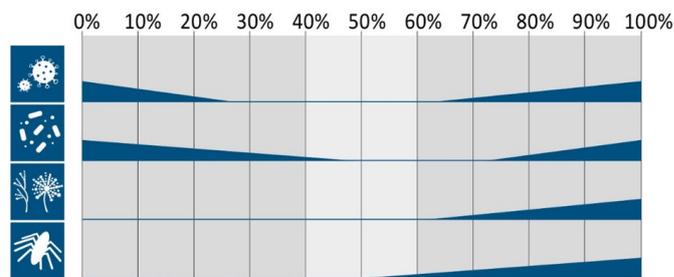
bei unterschiedlichen Lufttemperaturen, relativen Luftfeuchten, Luftgeschwindigkeiten und Turbulenzgraden betrachtet. Dabei wurden die Probanden auch nach ihrem Befinden befragt. In Bezug auf den transepidermalen Wasserverlust sowie das subjektive Empfinden und Bewerten des Raumklimas ist der Einfluss der Luftgeschwindigkeit und Lufttemperatur in dieser Studie ausgeprägter dargestellt als die Variation der relativen Luftfeuchte. Zudem hat die Lüftungsart einen signifikanten Einfluss auf das Klimaempfinden und die Wasserdampfabgabe der Haut.

Die Untersuchungen in der Klimakammer wurden sowohl für Mischlüftung als auch für Quelllüftung durchgeführt. Eine Mischlüftung bildet sich aus, wenn die Zuluft mit hoher Geschwindigkeit in Deckennähe in den Raum eingebracht wird. Sowohl die Temperatur als auch die Verteilung der Stofflasten (z. B. CO₂, Staub, flüchtige organische Verbindungen – VOC) sind dabei im gesamten Raum nahezu konstant. Wird die Luft hingegen mit sehr niedriger Geschwindigkeit in Bodennähe in den Raum eingebracht und im Deckenbereich wieder abgeführt, spricht man von Quelllüftung. Die Temperatur der Zuluft ist dabei etwas niedriger als die der Raumluft. Die Luft breitet sich in Bodennähe aus und steigt dann an den Wärmequellen (z. B. Mensch, Heizquellen) im Raum auf. Die Quelllüftung wird von Probanden besser bewertet und verursacht in der Tendenz einen geringeren transepidermalen Wasserverlust als die Mischlüftung mit ihren höheren Strömungsgeschwindigkeiten.

3.2 Einfluss trockener Luft auf die Übertragung von Krankheitserregern

Krankheitserreger (z. B. Viren, Bakterien) breiten sich je nach Typ über unterschiedliche Mechanismen aus. Neben dem direkten körperlichen Kontakt zu einer bereits infizierten Person zählen zu den Infektionswegen die indirekte Übertragung über Gegenstände, z. B. kontaminierte Türklinken, und über luftgetragene Aerosole, die infizierte Personen verstärkt beim Niesen oder Husten abgeben. Untersuchungen zeigen, dass bei niedrigen Luftfeuchten eine längere Aktivität und Infektiosität von z. B. Influenzaviren erkennbar ist. Auch bei Noroviren konnte das beobachtet werden. Jedoch reagieren nicht alle Arten von Viren auf diese Weise, so wird SARS-CoV-2 (ein Coronavirus) erst bei sehr hohen Luftfeuchten von über 80 % inaktiviert [Nienaber et al. 2021].

In Abbildung 2 sind die Ergebnisse für unterschiedliche Einflussgrößen auf Bakterien, Viren, Pilze und Milben vereinfacht qualitativ visualisiert, wobei ansteigende Balken eine zunehmende Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit zeigen. Letztlich ist festzustellen, dass die Einflüsse der relativen Luftfeuchte insbesondere hinsichtlich der Inaktivierung von Krankheitserregern individuell betrachtet werden sollten [Nienaber et al. 2021]. Zudem werden in Veröffentlichungen oft nur einzelne Studien erfasst, wodurch zu einem dort untersuchten Faktor der Schluss gezogen werden kann, dass eine Kausalität zur z. B. Virusinfektion besteht. Häufig wird das mit einer Korrelation verwechselt, d. h., wenn sich zwei Faktoren im gleichen Trend ändern bedeutet das nicht zwangsläufig, dass der eine die Ursache für die Änderung des anderen ist - z. B. bei den zeitlich ähnlichen Verläufen von Klimawerten und dem saisonalen Auftreten der Influenza.



© Fachverband Gebäude-Klima e.V.

Abb. 2 Biologische Aktivität in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte im Raum (Grafik in Anlehnung an Abbildung 18 von [Nienaber et al. 2021])

In einer Literaturstudie [Bux, von Hahn 2020] konnte gezeigt werden, dass gestützt auf epidemiologische Daten die influenzaassoziierte Morbiditätsrate in Perioden mit niedriger absoluter Luftfeuchte signifikant ansteigt. Daraus lassen sich aber noch keine konkreten Empfehlungen für Mindestwerte der relativen und absoluten Luftfeuchte in Innenräumen ableiten, ab denen sich Aktivität und Infektiosität von Influenzaviren wirkungsvoll mindern lassen. Aus Labor-Interventionsstudien kann aber als gesichert abgeleitet werden, dass Influenza-Viren in trockener Umgebung eine hohe Aktivität und Infektiosität haben und bei feuchteren Bedingungen diese Effekte deutlich gehemmt werden. Werte für die Luftfeuchte, ab denen diese Effekte auftreten, können nur grob abgegrenzt werden, erst ab $RH > 40\%$ bzw. $AH > 7\text{ g/kg}$ gilt eine deutliche Minderung der Infektiosität im Laborversuch als gesichert. Feldstudien geben zwar erste Hinweise, dass bei sinkenden Außenlufttemperaturen und absoluten Luftfeuchten das Auftreten von Infektionen der Atemwege und von Influenza vermehrt zu beobachten ist und bei Erhöhung der Luftfeuchte in Räumen dort weniger Infektionen auftraten, hier wie auch bei allen anderen ausgewerteten Studien steht aber der Nachweis der Übertragbarkeit auf Beschäftigte in Innenräumen und die Ableitung von Schwellenwerten noch aus.

4 Akteure

4.1 Arbeitsschutz für Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten

Für das Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten, auch in Bezug auf die klimatischen Umgebungsbedingungen, enthält die Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV allgemeine Anforderungen im Anhang 3.5 und 3.6. Hier wird mit einer allgemeinen Schutzzielbestimmung eine gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur bzw. Atemluft gefordert, d. h. ein gesundheitlich zuträgliches Raumklima. Konkrete Angaben sind im untergesetzlichen Regelwerk in den Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A3.5 „Raumtemperatur“ und ASR A3.6 „Lüftung“ zu finden. Aussagen bzgl. niedriger relativer Luftfeuchte enthält Abschnitt 4.3 der ASR A3.6. Demnach braucht üblicherweise die Raumluft nicht befeuchtet zu werden. Für den Fall, dass Beschwerden auftreten, ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob und ggf. welche Maßnahmen zu ergreifen sind. Mit der Aussage, dass witterungsbedingte Feuchte-schwankungen unberücksichtigt bleiben, wird letztlich in der ASR A3.6 klargestellt, dass es in Arbeitsstätten keinen Mindestwert für die Luftfeuchte und auch keine damit im Zusammenhang stehende Begrenzung der Aufenthaltsdauer gibt.

Auch von anderen Akteuren im Arbeitsschutz, insbesondere den Unfallversicherungsträgern (UVT), wird aus heutiger Sicht kein Mindestwert der relativen Luftfeuchte genannt (siehe Positionspapier zu trockener Luft am Arbeitsplatz – FBVW-501).

Um im Rahmen von Anforderungen des Arbeitsschutzes Aussagen bzgl. niedriger Luftfeuchten zu treffen, wird formal wie folgt vorgegangen. Beim Einrichten und Betreiben von Arbeitsstätten hat der Arbeitgeber zunächst festzustellen, ob die Beschäftigten Gefährdungen

ausgesetzt sind oder ausgesetzt sein können (Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 3 ArbStättV). Stellt er Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten fest, muss er Schutzmaßnahmen gemäß den Vorschriften der ArbStättV einschließlich ihres Anhangs nach dem Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene festlegen. Sonstige arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse sind zu berücksichtigen. Dementsprechend liegt auch die Entscheidung zu möglichen niedrigen Luftfeuchten und der Notwendigkeit einer Befeuchtung in der Verantwortung des Arbeitgebers. Da es in den staatlichen Arbeitsschutzregelungen keinen Mindestwert für die relative Luftfeuchte in Arbeitsstätten gibt, können demnach auch die hier zitierten Studien zur Information herangezogen werden, sofern die jeweiligen Rahmenbedingungen für den Einzelfall im Kontext zu den konkreten betrieblichen Bedingungen stehen.

Für eine objektive Sicht zu den Auswirkungen von trockener Raumluft auf die Gesundheit von Beschäftigten wurde eine gemeinsame Literaturstudie von BAuA und DGUV veranlasst, um die Sicht des Arbeitsschutzes darzustellen [Bux, von Hahn 2020]. Dort wird geschlussfolgert, dass verschiedene Effekte bei trockener Haut und eine längere Aktivität von Influenzaviren bei niedrigen Luftfeuchten erkennbar sind, jedoch setzen diese bei unterschiedlichen nicht fest begrenzten Bereichen der Luftfeuchte ein. Bei an Augen und Atemwegsschleimhäuten beobachteten Effekten überwiegt oft der Einfluss anderer Faktoren (z. B. Alter, Vorerkrankungen). Insofern ließ sich in Bezug auf die in der Studie betrachteten Aspekte noch keine Notwendigkeit für konkrete Maßnahmen in Bezug auf eine Intervention mit Erhöhung der Luftfeuchte in der kalten Jahreszeit in Räumen von Arbeitsstätten ableiten. Insofern ist die Festlegung einer Mindestluftfeuchte in Arbeitsstätten derzeit nicht vorgesehen. Deswegen müssen die Zielwerte für akzeptable niedrige relative Luftfeuchten in Gebäuden im Kontext der Nutzung und des verfolgten Schutzzieles betrachtet werden.

Immer dort, wo Risikogruppen längere Zeit bzw. ständig untergebracht sind, wie in Krankenhäusern und Pflege-/Altersheimen, kann als präventive Maßnahme eine Erhöhung der Luftfeuchte durchaus auf die Gesundheit der in diesen Bereichen befindlichen Patienten/Bewohner positive Effekte haben. Das resultiert aus der mit Studien belegten Erkenntnis, dass bestimmte Viren (z. B. Influenza, Noro) bei trockener Umgebung eine höhere Aktivität und Infektiosität haben und bei feuchteren Bedingungen diese Effekte deutlich gehemmt werden. Allerdings sind die Luftfeuchten, ab denen eindeutig eine Minderung nachweisbar ist, relativ hoch und der Übergang ist nicht scharf abgegrenzt. Auch muss der mit einer Luftbefeuchtung verbundene energetische und monetäre Aufwand beachtet werden.

Auf die Übertragung von Viren bis es letztlich zu einer Infektion kommt, haben verschiedene Faktoren einen Einfluss. Die Wirkmechanismen sind sehr komplex und es kommen in der Realität weitere Faktoren hinzu, wie die Wirkung der natürlichen UV-Strahlung oder von Stoffen (z. B. Ozon), welche zur Deaktivierung von Viren führen. Zudem ist die persönliche Konstitution, insbesondere Alter und Vorerkrankungen mit z. B. beeinträchtigten Schleimhäuten und Immunsystem, zu beachten.

Bei allen Klagen über trockene Raumluft sollten im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung auch die subjektive Wahrnehmung durch die Beschäftigten und deren Wohlbefinden beachtet werden. Solche Klagen können zu einem Stressor werden, der eine Gefährdung der psychischen Gesundheit auslösen kann, was gemäß § 4 Ziffer 1 ArbSchG zu vermeiden ist. Auch sind weitere Faktoren einzubeziehen, die zu gleichen Beschwerden führen können, wie beispielsweise Staub oder andere Verschmutzungen in der Raumluft, zu hohe Lufttemperaturen oder Zuluftvolumenströme verbunden mit Zugluft, sowie mangelnde ergonomische Gestaltung der Bildschirmarbeit.

4.2. Gesundes Gebäude – Rolle der Normung

Gebäude dienen für die sich darin aufhaltenden Personen einerseits dem Sicherstellen der Privatsphäre und dem Einhalten der Komfortkriterien sowie andererseits dem Schutz vor Einwirkungen der Witterung. Das wichtigste Ziel ist dabei, die Gesundheit der Nutzer nicht zu gefährden. Für die Umsetzung dieser Ziele ist die Qualität der Raumluft ausschlaggebend. Die Energieeffizienz eines Gebäudes sollte also immer unter Berücksichtigung der Innenraumqualität bewertet werden.

Normen und Richtlinien wirken unterstützend, um diese Ziele im Gebäudebereich einhalten zu können. Dabei zeigt eine Analyse der derzeitigen Regelwerke, dass es nach wie vor keine allgemeinen Mindestwerte für die relative Luftfeuchte in Innenräumen gibt. Es gibt lediglich Empfehlungen für den Fall, dass ohnehin eine Befeuchtung realisiert wird. In der DIN EN 16798-1, Ziffer 6.1, Tabelle 4 wird die Innenraumluftqualität in vier Kategorien unterteilt (siehe Tabelle 1), im nationalen Anhang NA.2 wird die Kategorie II als Standardauslegungsklasse für Deutschland empfohlen. Diese ist anzuwenden, sofern keine anderen Vereinbarungen getroffen wurden.

Tab. 1 Kategorien für die Innenraumqualität

Kategorie	Maß an Erwartungen	Anmerkungen
I	Hoch	Für Nutzer mit besonderen Bedürfnissen (Kinder, ältere Personen, usw.)
II	Mittel	„normales Maß“ an Erwartungen
III	Moderat	„Geringes Maß“ an Erwartungen
IV	Niedrig	Soll in Deutschland nicht verwendet werden

Die DIN EN 16798-1 stellt in Abschnitt 6.5 und im Anhang B.3.3 Anforderungen an die Raumluftfeuchte, die sich im Wesentlichen aus den Anforderungen der Behaglichkeit und den bauphysikalischen Randbedingungen ableiten. Im nationalen Anhang NA5.3 der DIN EN 16798-1 wurden ergänzende Festlegungen getroffen und die Auslegungswerte für die Befeuchtung in den Behaglichkeitsklassen in den Kategorien I und II angepasst (siehe Tabelle 2). Hier wird zudem klargestellt, dass „bei Gebäuden, die keinen anderen Anforderungen als denen der menschlichen Nutzung unterliegen (z. B. Büros, Schulen und Wohngebäude), eine Be- oder Entfeuchtung gewöhnlich nicht erforderlich ist. Gewöhnlich ist eine Be- oder Entfeuchtung nur in speziellen Gebäuden, wie z. B. in Museen, in einigen Gesundheitseinrichtungen, in der Prozesssteuerungs- und Papierindustrie usw., erforderlich“.

Tab. 2 Beispiel für empfohlene Auslegungskriterien für die relative Luftfeuchte in genutzten Räumen, wenn Be- oder Entfeuchtungsanlagen eingebaut sind

Kategorie	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte für Entfeuchtung [%]	Auslegungswert der relativen Luftfeuchte für Befeuchtung [%]
I	50	40
II	60	30
III	70	20

In modernen **raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen)** regeln Luftbefeuchter automatisch die vom Nutzer gewünschte relative Luftfeuchte. Um den **hygienischen Betrieb** dauerhaft

sicherzustellen, sind wie in anderen sensiblen Bereichen regelmäßige Wartung und Reinigung erforderlich. Diese sind - in Kombination mit regelmäßigen Hygienekontrollen - unbedingt notwendig, damit der Befeuchter nicht selbst zur Quelle für Erkrankungen wird. Das wird in der VDI 6022-1 mit Bezug auf die Hygiene wie folgt geregelt (Auszug): „Die Anforderungen an das zur Befeuchtung verwendete Wasser sind der VDI 3803-1, Tabelle A1, zu entnehmen. Es ist zu vermeiden, dass durch das Befeuchterwasser eine Verbreitung von pathogenen Mikroorganismen wie z. B. Legionellen und Pseudomonaden verursacht wird. Ein Anstieg der KBE (koloniebildende Einheit) kann z. B. über geeignete Desinfektionsanlagen in Verbindung mit regelmäßigen Reinigungen und dem Trockenverfahren verhindert werden. Die orientierende mikrobiologische Prüfung des Umlaufwassers ist halbmonatlich durchzuführen.“ Insofern ist bei Einhaltung und Umsetzung dieser Maßnahmen mit keiner Gefährdung aus hygienischen Gründen zu rechnen.

5 Weiterführende Informationen

In einem Faltblatt der **BAuA** sind praktische Hinweise zu Maßnahmen bei niedrigen Luftfeuchten enthalten. Weitere Hinweise rund um das Thema „Trockene Raumluft“ sind in den Informationsschriften des **DGUV-Sachgebiets „Klima am Arbeitsplatz“ (ehemals Innenraumklima)** zu finden:

Für angenehme Luftfeuchte am Arbeitsplatz sorgen 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2020. DOI: 10.21934/baua:praxiskompakt20200707, <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis-kompakt/F87.html>

Fachbereich AKTUELL FBVW-501 Niedrige Luftfeuchte am Arbeitsplatz, <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/fachbereich-aktuell/verwaltung/3876/fbv-501-niedrige-luftfeuchte-am-arbeitsplatz>

DGUV Information 215-540 Klima in Industriehallen – Antworten auf die häufigsten Fragen <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/3871/klima-in-industriehallen-antworten-auf-die-haeufigsten-fragen>

Über Grundlagen zur Luftbefeuchtung informiert z. B. der Fachverband Gebäude-Klima e. V. (FGK). Einsatzbereiche und Vorteile der unterschiedlichen Arten von Befeuchtern werden anhand praktischer Beispiele beschrieben (<https://mindestfeuchte40.de/befeuchtertypen/>).

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Trockene Raumluft bewirkt verschiedene Effekte, wie trockene Haut, Instabilität des Tränenfilms der Augen, bestimmte Arten von Viren (z. B. Influenza) zeigen eine höhere Aktivität und Infektiosität. Zahlreiche wissenschaftliche Studien belegen das. Aus Sicht des Arbeitsschutzes können hieraus aber noch keine evidenten Erkenntnisse für die Ableitung einer Mindestluftfeuchte in Arbeitsstätten abgeleitet werden. Aus Sicht der Betreiber werden Auslegungswerte der Luftfeuchte für RLT-Anlagen zur Einstellung eines behaglichen Raumklimas in Normen empfohlen. Infolge einer speziellen Nutzung (z. B. in Museen) kann eine Luftbefeuchtung erforderlich sein. Bei Beschwerden von Beschäftigten über trockene Raumluft gibt es praxisbezogene Handlungshilfen in Informationsschriften der BAuA und von den Unfallversicherungsträgern. Der Fachverband Gebäude-Klima e. V. (FGK) informiert über die verschiedenen Methoden der Luftbefeuchtung in Gebäuden und wie das technisch umgesetzt werden kann. Hierbei sind Hygienevorschriften einzuhalten.

7 Quellen

Rechtstexte

ArbStättV - Arbeitsstättenverordnung vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179)

ASR A3.5 Raumtemperatur Ausgabe: Juni 2010 (GMBI 2010, S. 751)

ASR A3.6 Lüftung Ausgabe: Januar 2012 (GMBI 2012, S. 92)

Normen und Richtlinien

DIN EN ISO 7730: 2023-04-00 Ergonomie der thermischen Umgebung - Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit

DIN EN 16798-1: 2022-03-00 Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 1: Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik

VDI 3803-1: 2020-05-00 Raumlufttechnik - Bauliche und technische Anforderungen - Zentrale RLT-Anlagen (VDI-Lüftungsregeln)

VDI 6022-1: 2018-01-00 Raumlufttechnik, Raumluftqualität - Hygieneanforderungen an raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln)

Wissenschaftliche Studien

Bux, K., von Hahn, N. (2020): Trockene Luft: aktuelle Literaturstudie zu ihren Auswirkungen auf die Gesundheit. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2020. DOI: [10.21934/baua:bericht20200624](https://doi.org/10.21934/baua:bericht20200624)

Derby, M. M.; Eckels, S.; Hwang, G.; Jones, B.; Maghirang, R.; Shulan, D. (2016): Update the Scientific Evidence for Specifying Lower Limit Relative Humidity Levels for Comfort, Health and IEQ in Occupied Spaces. In: Ashrae Journal.

Felsman; Gebhardt; Gritzki; Hensel; Kabitzsch; Keuchel et al. (2020): Intelligente Regelung von Klimaanlage – Modell- und Laboruntersuchungen zur Wirkung des Raumklimas auf die Haut. In: BAuA-Bericht. DOI: [10.21934/baua:bericht20200626](https://doi.org/10.21934/baua:bericht20200626)

Nienaber, F.; Rewitz, K.; Seiwert, P.; Müller, D. (2021): Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen und seine Gesundheit. In: RWTH Aachen. DOI: [10.18154/RWTH-2021-01238](https://doi.org/10.18154/RWTH-2021-01238).

von Hahn, N (2007): „Trockene Luft“ und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit – Ergebnisse einer Literaturstudie, In: Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Vol. 67 (2007) Nr. 3

Wolkoff, P. (2018): Indoor air humidity, air quality, and health - An overview. In: Int J Hyg Environ Health 221 (3), S. 376–390. DOI: [10.1016/j.ijheh.2018.01.015](https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.015).

Zitiervorschlag

Bux, Kersten. Einfluss niedriger Luftfeuchten auf den Menschen im Kontext der Arbeitswelt. 2024. baua:Fokus