



LUCHTVOCHTIGHEID OP DE WERKPLEK EN IN WONINGEN

Voorwaarde voor de gezondheid en de
prestaties van werknemers en bewoners

Voorwoord

De juiste luchtvochtigheid levert een essentiële bijdrage aan verschillende situaties in het dagelijks leven, zowel in een zakelijke omgeving als in de privéwoning. Het vochtgehalte van de lucht is zo belangrijk dat er in veel landen duidelijke richtlijnen zijn voor de werking en het onderhoud van bevochtigingssystemen.

Het is wetenschappelijk bewezen dat 40% tot 60% relatieve vochtigheid ideale omstandigheden biedt voor gezondheid, prestaties, welzijn en waardevastheid. In moderne gebouwen met ondoordringbare buitenzijden, centrale verwarming en ventilatiesystemen kunnen deze grenzen in het dagelijks leven niet worden bereikt zonder actieve bevochtiging.

Deze brochure is bedoeld om de wetenschappelijke onderbouwing voor de noodzaak van de juiste luchtvochtigheid uit te leggen, evenals de medische en economische voordelen, die hieruit voortvloeien.

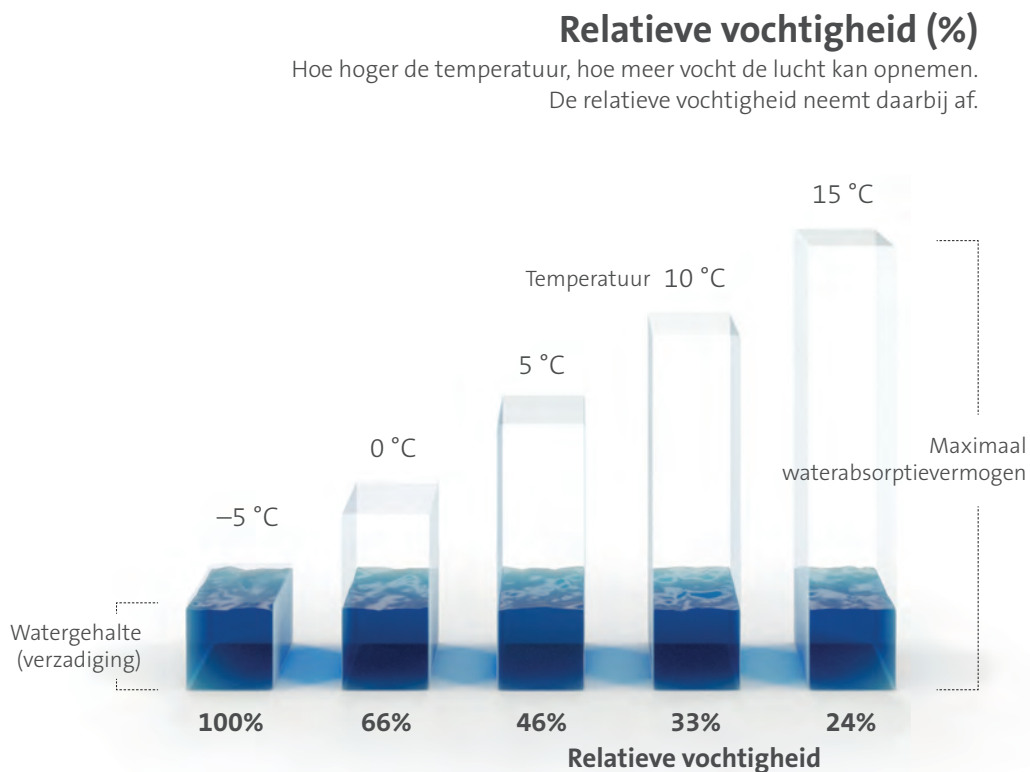
	Inhoud	Pagina
1	Waarom is de binnenlucht in de winter droog en onaangenaam?	2
2	Wat zijn de negatieve gevolgen van een lage luchtvochtigheid (<40%) voor de menselijke gezondheid?	4
2.1	Waarom zorgt een te lage luchtvochtigheid (40%) ervoor dat we eerder ziek worden?	5
2.2	De invloed van luchtvochtigheid op de verspreiding van virussen en bacteriën (kiemdruppels)	7
2.3	De fysica van kiemdruppels	7
2.4	De besmettelijkheid van kiemdruppels	9
2.5	De tijdsduur dat kiemdruppels in de lucht hangen	10
3	Kunnen planten de luchtvochtigheid verhogen?	11
4	Onderzoek door de Fraunhofer-Gesellschaft: Hoe beoordelen medewerkers de luchtvochtigheid op de werkplek?	12
5	Statistieken van het Robert Koch Instituut: Lage luchtvochtigheid heeft een grote invloed op de verspreiding van influenzavirussen	13
6	Nieuw onderzoek van de universiteit van Yale toont aan dat droge kamerlucht de effecten van de griep versterkt	15
7.1	Luchtvochtigheid in een ruimte vanuit economisch perspectief	16
7.2	Eenvoudige berekening: Wat voor kosten kunnen werkgevers verwachten om ziekteverzuim te voorkomen?	17
8	Een overzicht van de resultaten van medische onderzoeken naar de relevantie van luchtvochtigheid voor de gezondheid	19
9	Komen de normen en richtlijnen overeen met de stand van de techniek op het gebied van de binnenluchtvochtigheid?	23
10	Snelle analyse van het kantoor klimaat met de risicografie	25


1 Waarom is de binnenlucht in de winter droog en onaangenaam?

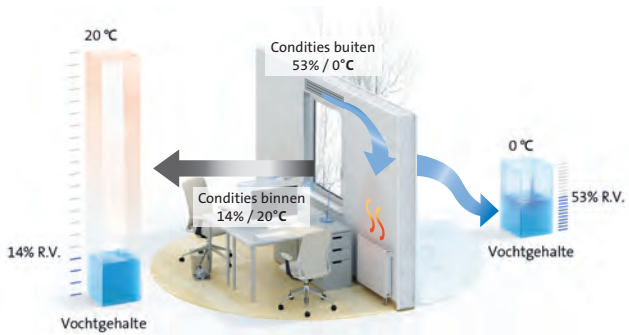
Iedereen kent de onaangename effecten van te droge lucht: De huid wordt schilferig en barst en de ogen en de slijmvliezen van de neus en keel drogen uit en raken geïrriteerd. Hierdoor voelen we ons onprettig en zijn we vatbaarder voor aandoeningen aan de luchtwegen. Maar wat zijn de redenen dat de binnenlucht zo onaangenaam droog is, vooral in de koudere seizoenen?

De reden hiervoor is dat de temperatuur van de lucht een belangrijke rol speelt in mate van luchtvochtigheid. Hoe hoger de luchttemperatuur, hoe meer water aan de lucht kan worden gebonden en als damp kan worden geabsorbeerd. Zoals in de andere hoofdstukken van de brochure wordt uitgelegd, mag de luchtvochtigheid in de binnenlucht niet onder de 40% dalen om uitdroging van de slijmvliezen te voorkomen en de gezondheidsrisico's in de winter te beperken.

Het voorbeeld op pagina 3 laat zien welke factoren vaak leiden tot een extreem lage en ongezonde luchtvochtigheid in de winter.



Situatie van de luchtvochtigheid binnenshuis in de winter **zonder actieve bevochtiging** 



Hier heeft de buitenlucht een temperatuur van 0 °C en een relatieve vochtigheid van 53%. Wanneer in een kantoor of appartement met een temperatuur van 20 °C een raam wordt geopend en deze koude buitenlucht de ruimte binnenkomt, wordt deze door het verwarmingssysteem ook tot 20 °C verwarmd. Door deze verhitting daalt de luchtvochtigheid tot slechts 14%, zoals in bovenstaande figuur is weergegeven.

Om een dergelijke sterke daling van de binnenvochtigheid te voorkomen en in plaats daarvan te zorgen voor een gezonde en aangename binnenlucht van minstens 40%, moet de droge binnenlucht continu en gecontroleerd worden bevochtigd (zie onderste figuur met actieve bevochtiging).

Bevochtigingssystemen in ventilatietoestellen zijn hiervoor bijzonder geschikt, omdat ze de aangezogen buitenlucht precies tot het gewenste minimale vochtigheidsniveau van de toevoerlucht brengen. In gebouwen waar geen mechanische ventilatoren aanwezig zijn, kunnen decentrale luchtbevochtigingsinstallaties worden gebruikt.

Situatie van de luchtvochtigheid binnenshuis in de winter **met actieve bevochtiging** tot 8,5 g water per kilogram lucht 



Aanbevolen luchtvochtigheidsbereik (40-60%) ter bescherming van de luchtwegen

Het ideale luchtvochtigheidsbereik van 40-60% is gebaseerd op de resultaten van talrijke onderzoeken die wereldwijd zijn uitgevoerd en op specificaties die vervolgens zijn opgenomen in technische voorschriften zoals normen en richtlijnen.

Om comfort en de gezondheid te garanderen, moet de luchtvochtigheid bij binnentemperaturen tussen de 22 °C en 26 °C altijd tussen de 40-60% relatieve luchtvochtigheid liggen. Lagere waarden worden aangegeven als 'oncomfortabel droog' en hogere waarden als 'oncomfortabel vochtig'.

Voor optimaal comfort en maximale gezondheidsbescherming wordt aanbevolen de ondergrens van de relatieve vochtigheid in de ruimte te verhogen tot minstens 40% (winter) en te beperken tot maximaal 60% in de zomer (vochtigheidsgrens).

2 Wat zijn de negatieve gevolgen van een lage luchtvochtigheid (<40%) voor de menselijke gezondheid?

Vooraf tijdens het stookseizoen klagen medewerkers en bewoners over brandende ogen, droge slijmvliezen, moeite met slikken, heesheid, elektrostatische effecten en een droge huid. In bijna alle gevallen is de oorzaak een te droge binnenlucht.

Er zijn een groot aantal wereldwijde studies die zich bezighouden met de oorzaken van comfortverlies, ziekte en verminderde prestaties bij hoge temperaturen (>26 °C) en hoge luchtvochtigheid (>65%) op werkplekken en in woonomgevingen. Bovendien hebben recente studies verdere opmerkelijke bevindingen opgeleverd over de effecten van onvoldoende binnenluchtvochtigheid in de droge en koudere wintermaanden. Belangrijke resultaten en bevindingen van deze onderzoeken worden hieronder samengevat. Een lage relatieve vochtigheid houdt de stofdeeltjes en de daaraan vastzittende micro-organismen en aerosolen langer in de lucht. Bij een hogere relatieve vochtigheid worden bacteriën ingesloten in water. Dit verhoogt hun gewicht, zodat de deeltjes sneller naar de grond zakken, waardoor de penetratie van de deeltjes in de luchtwegen wordt verminderd.

De Amerikaanse wetenschappers Lowen, Mubareka, Steel en Palese ontdekten al in 2007 dat luchtvochtigheid een significante invloed heeft op de overdracht van influenzavirussen. Binnen het bereik van 20% tot 30% RV (relatieve vochtigheid) is het risico op infectie ongeveer 3 keer hoger dan bij 50% RV. In 2013 heeft een team onder leiding van John D. Noti ook dit verband aangetoond met het onderzoek 'High humidity leads to loss of infectious influenza

virus from simulated coughs' (hoge luchtvochtigheid leidt tot verlies van besmettelijk griepvirus door gesimuleerde hoest). Bij een luchtvochtigheid van 43% was de besmettelijkheid van de virussen 15%, dit steeg tot 77% bij een relatieve vochtigheid tussen 7% en 23%.

De 'Ratgeber Büro' (kantoorhandleiding) geproduceerd door de Deutsches Netzwerk Büro (het Duitse kantoor netwerk) raadt een luchtvochtigheid van 40% tot 60% aan; de handleiding van DGUV (Duitse wettelijke ongevallenverzekering) artikel 215-510 'Beurteilung des Raumklimas' (Beoordeling van het binnenklimaat) geeft een comfortabel luchtvochtigheidsbereik aan van 45% ±15% en de informatiebrochure van de DGUV 202-090 'Klasse(n) - Räume für Schulen' (Klaslokaal/-lokalen voor scholen) geeft aan: 'Een goed binnenklimaat bevordert het welzijn, de prestaties en de concentratie en bevordert de menselijke gezondheid.' Verder staat er: 'Hoe ziet een goed binnenklimaat er in getallen uit? Ondanks hun individuele beleving van het klimaat voelen de meeste mensen zich comfortabel bij een temperatuur tussen 20 °C en 24 °C en een relatieve vochtigheid tussen 40% en 65% (voor activiteiten met een hoog percentage aan spreektijd).'

Daarom wordt in de onderzoeken, handleidingen en brochures duidelijk gedocumenteerd dat werkplekken en woonomgevingen een luchtvochtigheid van minstens 40% moeten hebben om de medewerkers en bewoners een comfortabele en gezonde werk en woon sfeer te bieden en zo irritatie van de luchtwegen, branderige ogen, uitdrogen en het risico op ziekte te minimaliseren en te voorkomen.

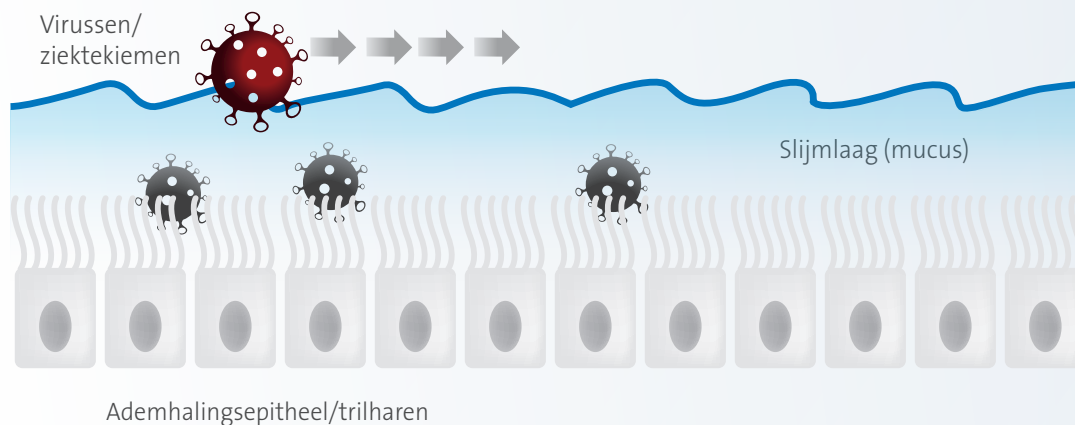


2.1 Waarom zorgt een te lage luchtvochtigheid (40%) ervoor dat we eerder ziek worden?

Droge lucht compromitteert de weerstandsbarrières die het lichaam beschermen tegen influenzavirussen.

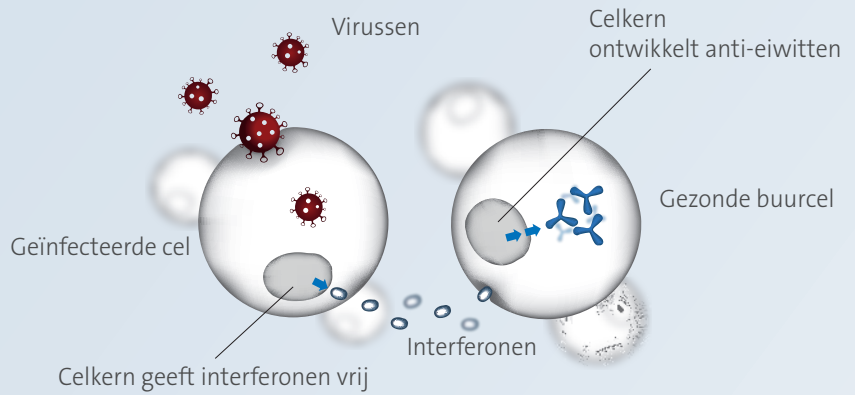
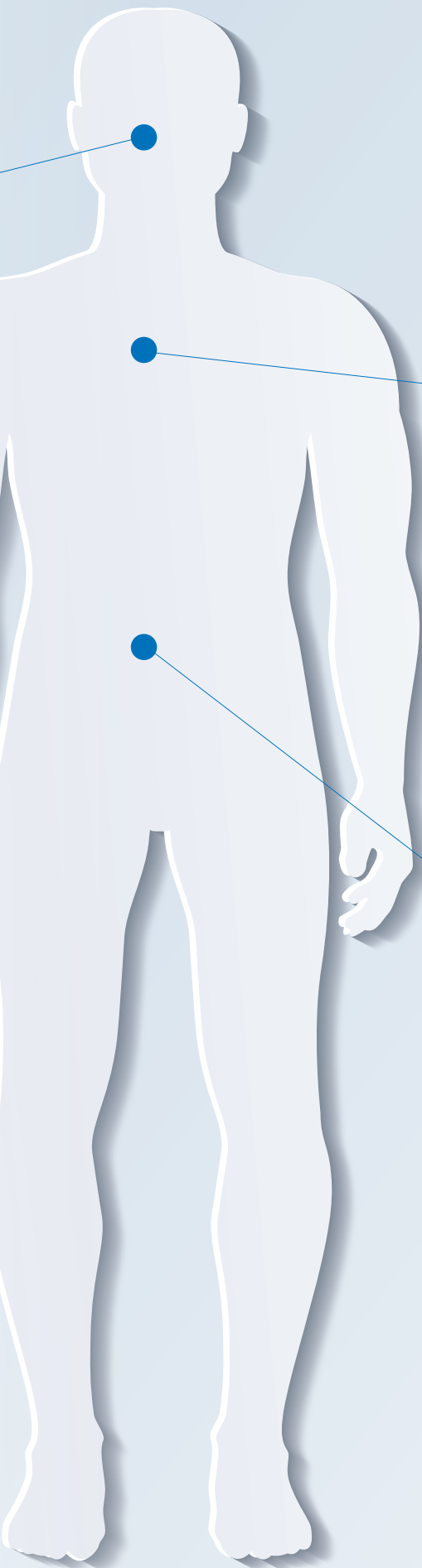
1. Slijmvliesbarrière

De epitheliale cellen van de luchtwegen hebben trilharen die bedekt zijn met een slijmlaag. Het merendeel van de ingeademde virussen, bacteriën en giftige stoffen in de lucht hechten zich aan dit slijm. De trilharen brengen het slijm samen met de micro-organismen en giftige stoffen naar het strottenhoofd, waar ze kunnen worden uitgehooft of ingeslikt.



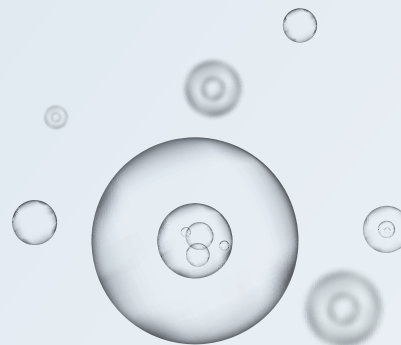
Conclusies van het onderzoek van Yale:

In een omgeving met onvoldoende luchtvochtigheid worden deze drie barrières ineffectief. De ernst van de infectie neemt toe bij een lage relatieve vochtigheid, ongeacht de virale belasting. Bovendien remt een lage luchtvochtigheid het vermogen van menselijk celweefsel om zichzelf te herstellen.



2. Natuurlijke afweer (vroeg fase van infectiebestrijding)

Micro-organismen die de eerste verdedigingslinie hebben kunnen doorbreken worden herkend en vernietigd door witte bloedcellen, de 'politieagenten' van de natuurlijke afweer. De aasetercellen geven boodschapperstoffen (interferonen) af, die de productie van eiwitten in gang zetten waarmee ze gezamenlijk de binnendringende micro-organismen bestrijden.



3. Verworven afweer (late fase van infectiebestrijding)

In de late fase van de infectie, wanneer de eerste twee barrières zijn overschreden, worden pathogeen-specifieke antilichamen aangemaakt. Deze verworven afweerreactie gaat uit van B- en T-lymfocyten, veroorzaakt door vaccinaties of eerdere infecties en opgeslagen in het immunologisch geheugen.

2.2 De invloed van luchtvochtigheid op de verspreiding van virussen en bacteriën (kiemdruppels)

Kiemdruppels zijn kleine druppeltjes die ziekteverwekkers bevatten en kunnen zweven. Bij het ademen, niezen of hoesten komen ze de binnenlucht binnen via de luchtwegen en kunnen ze ziekteverwekkers zoals griepvirussen op andere mensen overdragen.

De luchtvochtigheid in de ruimte speelt een doorslaggevende rol in het overlevingsvermogen van de kiemen en het zweefgedrag van de druppels. Droge ruimtelucht met een relatieve vochtigheid van minder dan 40% laat kleine druppeltjes met ziektekiemen snel opdrogen.

Hierdoor worden de ziekteverwekkers behouden en blijven ze zeer lang besmettelijk.

Binnen het optimale bereik van 40% tot 60% relatieve vochtigheid krimpen de aerosolen in het verdampingsproces slechts zodanig dat de zoutconcentratie in de druppel sterk toeneemt en de daarin aanwezige ziekteverwekkers worden gedood.

2.3 De fysica van kiemdruppels



Zweefvermogen

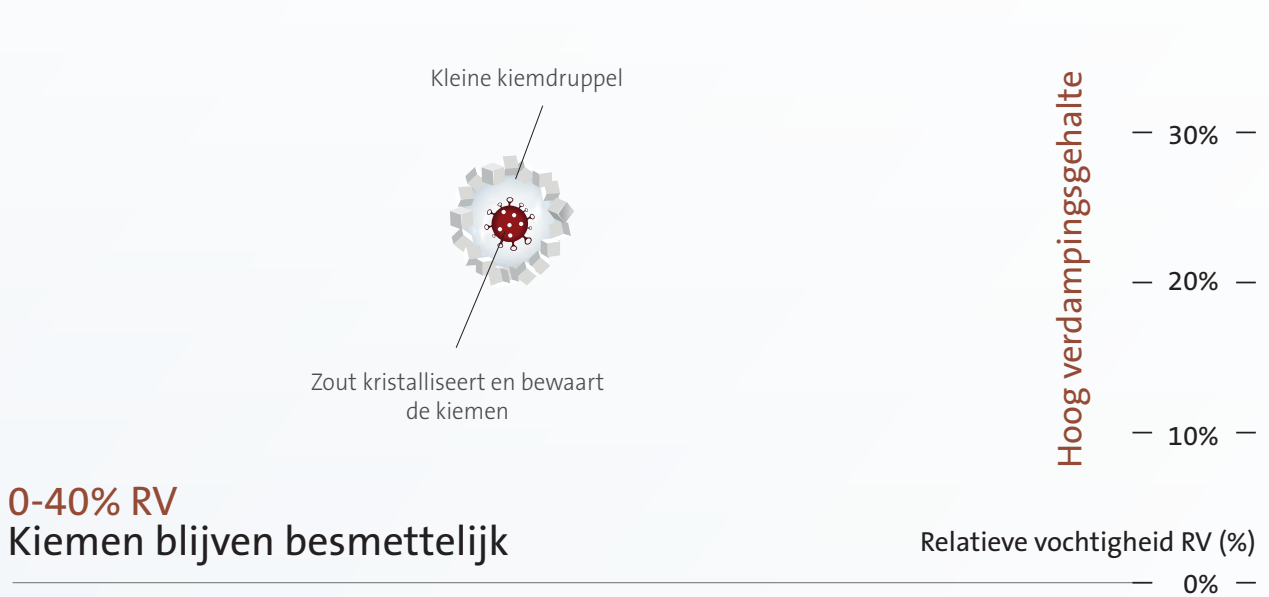
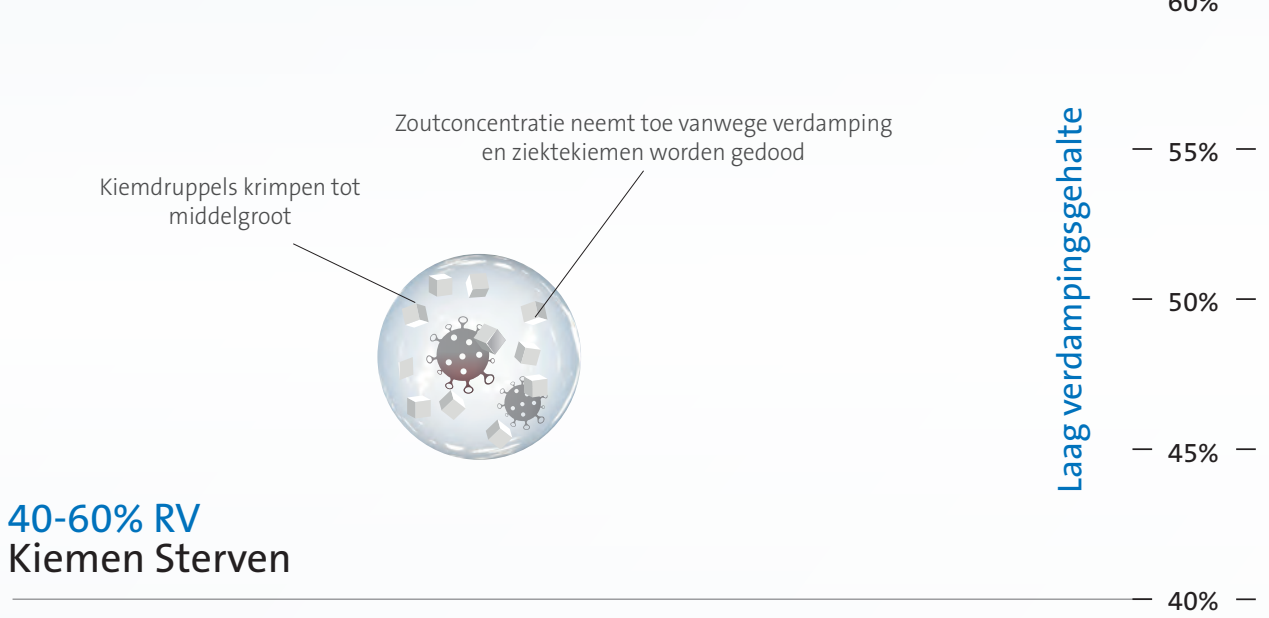
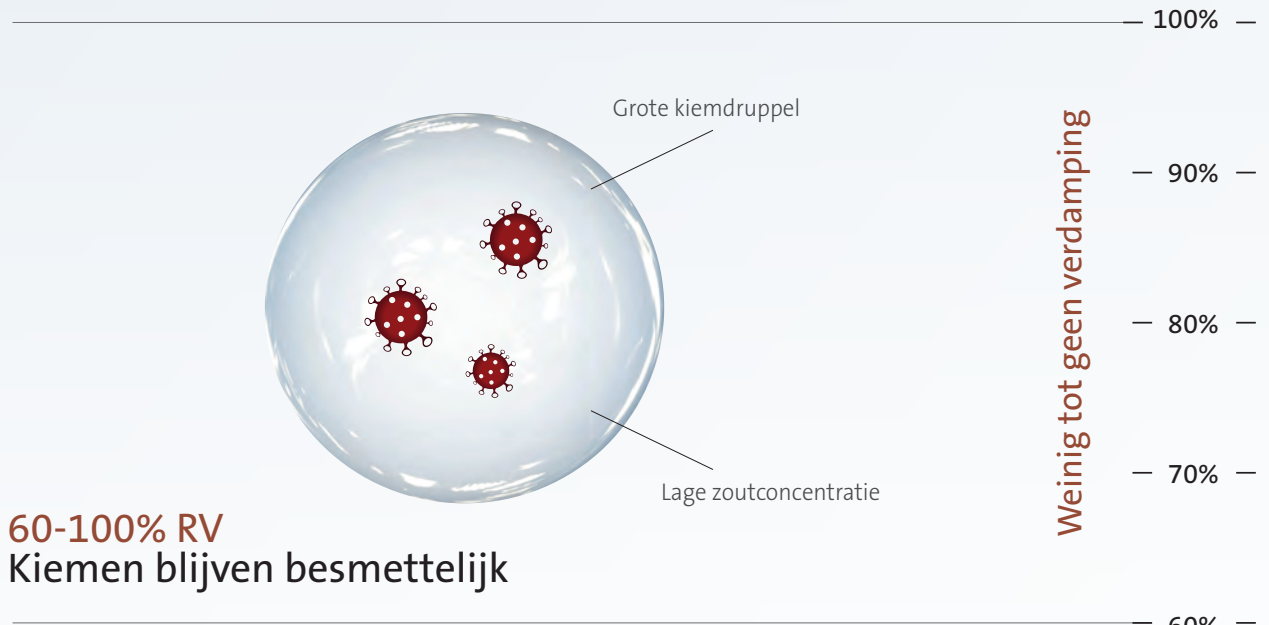


Tijdsduur

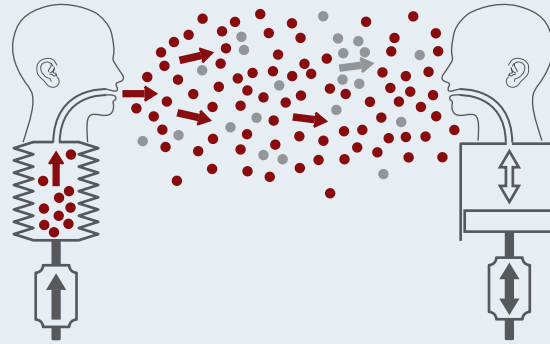


Infectiegevaar

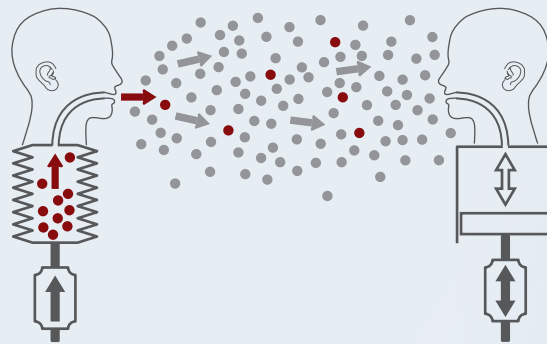
Luchtvochtigheidsbereik	Zweefvermogen	Tijdsduur	Infectiegevaar
60-100% RV	Grote kiemdruppels zinken en bezinken snel	Hangen slechts korte tijd in de binnenlucht	Vanwege de lage zoutconcentratie in het water blijven de kiemen besmettelijk
40-60% RV	Middelgrote kiemdruppels met een laag zweefvermogen	Hangen slechts korte tijd in de binnenlucht	Hoge zoutconcentratie doodt de kiemen
0-40% RV	Kleine kiemdruppeltjes blijven zweven	Hangen gedurende lange tijd in de binnenlucht	Zout kristalliseert en bewaart de kiemen



Bij een luchtvochtigheid van 7-23% RV is de **besmettelijkheid** van ingevoerde kiemen na 60 minuten **77%**



Bij een luchtvochtigheid van 43% RV is de **besmettelijkheid** van ingevoerde kiemen na 60 minuten minimaal met **15%**.

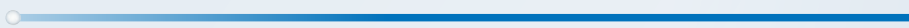


2.4 De besmettelijkheid van kiemdruppels

Luchtvochtigheid heeft een grote invloed op de besmettelijkheid van kiemdruppels. Bij een gemiddelde luchtvochtigheid is het risico op infectie minimaal, dit neemt snel toe met een droge binnenlucht.

Bron: Onderzoek: 'High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs', door Dr. John D. Noti; zie ook pagina 19

Kiemdruppels met een diameter van $0,5 \mu\text{m}$
Tijdsduur: **41 uur**



Kiemdruppels met een diameter van $3 \mu\text{m}$
Tijdsduur: **1,5 uur**



Kiemdruppels met een diameter van $100 \mu\text{m}$
Tijdsduur: **6 seconden**



2.5 De tijdsduur dat kiemdruppels in de lucht hangen

Bij hoesten en niezen kunnen ziekteverwekkers zoals griepvirussen met een snelheid van maximaal 20 m/s via kiemdruppels in een ruimte worden geschoten en via inhalatie op andere mensen worden overgedragen.

De luchtvochtigheid in de ruimte speelt een doorslaggevende rol in het zweefgedrag van de kiemdruppels. In droge binnenlucht krimpen de kiemdruppels tot een diameter van ruim onder één micrometer en kunnen ze dagenlang blijven zweven.

Hierdoor neemt het overlevingsvermogen van de ziekteverwekkers binnen toe en neemt tegelijkertijd het zweefvermogen van de kiemdruppels sterk toe.

Kiemen kunnen dan vele uren 'overleven'. Als iemand die verkouden is en hoest of niest in een te droge ruimte, genereert dit een besmettelijke atmosfeer die urenlang aan kan houden.

Bron: Stephanie Taylor, MD, Taylor Healthcare Consulting



Aerosolen houden van droge lucht

In droge lucht krimpen aerosoldruppels en drogen ze uit. Hierdoor blijven de ziekteverwekkers behouden en blijven ze zeer lang zweven en zeer besmettelijk.

Vochtige lucht doodt ziektekiemen

Bij optimale vochtigheid (40-60% RV) blijft het zout in het water van de kiemdruppel opgelost. De zoutconcentratie binnen neemt dan zodanig toe dat ziekteverwekkers binnen korte tijd onschadelijk gemaakt worden.



3 Kunnen planten de luchtvochtigheid verhogen?

Er worden vaak pogingen gedaan op kantoorwerkplekken om de luchtvochtigheid te verhogen met planten, als alternatief voor gecontroleerde luchtbevochtiging. Maar is zo'n aanpak echt nuttig en effectief?

De DGUV-gids Klima im Büro (Klimaat op kantoor) bevat een voorbeeld met een ontnuchterend resultaat: **planten helpen slechts in zeldzame gevallen om de luchtvochtigheid in een ruimte significant te verbeteren.**

Wanneer buitenlucht (-4 °C, 50% relatieve vochtigheid) een ruimte van 20 m² (22 °C, 50% relatieve vochtigheid) binnenstroomt met een luchtuitwisseling van 0,5 per uur, wordt de luchtvochtigheid in de ruimte na een uur teruggebracht tot 29%.

Om de vorige ruimtevochtigheid van 50% te behouden, moet de binnenlucht worden bevochtigd met 230 g water per uur. Normale kantoorplanten kunnen een verdampingsnelheid bereiken van ongeveer 10 g per m² bladoppervlakte per uur bereiken.

Daarom zou in dit voorbeeld een groot aantal planten met een totale bladoppervlakte van 23 m² nodig zijn om de oorspronkelijke luchtvochtigheid van 50% in het kantoor te herstellen.

Het kantoor zou een jungle worden.

Een gezonde luchtvochtigheid in de ruimte kan veel gemakkelijker en veiliger worden bereikt met actieve bevochtigingssystemen.



Temperatuur = 22 °C
Relatieve vochtigheid = 29%



Temperatuur: 22 °C
Relatieve vochtigheid: 50%

Om 230 g water per uur aan de kamerlucht te leveren, zouden **16 planten** nodig zijn.

4 Hoe beoordelen medewerkers de luchtvochtigheid op de werkplek?

Het Fraunhofer Instituut voor Industriële Techniek (IAO) onderzocht de eerder beschreven negatieve aspecten van een te lage ruimtevochtigheid in vergelijking met een goede ruimtevochtigheid in het twee jaar durende onderzoek 'Luchtvochtigheid op de kantoorwerkplek'.

De resultaten van dit onderzoek tonen duidelijk aan dat mensen in kantoren zonder gecontroleerde bevochtiging klagen over problemen die worden veroorzaakt door te droge lucht, wat hun welzijn, gezondheid en prestaties schaadt. Aan de andere kant werd een hogere luchtvochtigheid door de respondenten als positief en aangenaam beoordeeld.

Structuur van het onderzoek

Voor het onderzoek werd het bevochtigingssysteem in een bestaand gebouw een aantal weken lang in- en uitgeschakeld bij een kamertemperatuur van ongeveer 22 °C tot 23 °C. Bij een gecontroleerde bevochtiging bedroeg de relatieve vochtigheid ongeveer 40%, anders was de luchtvochtigheid in het gebouw slechts ongeveer 23% tot 28%. De beoordeling van de respectieve werkomgeving door de gebruikers was gebaseerd op een vijfpuntsschaal van 'volledig mee eens' tot 'helemaal niet mee eens'. De grafieken hieronder geven een samenvatting van de belangrijke resultaten van deze studie weer.

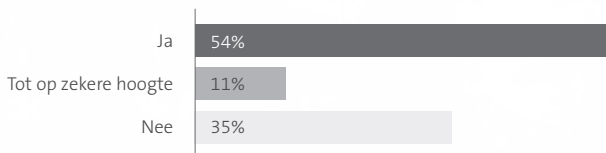
Zoals blijkt uit de gegevens vond geen van de respondenten de luchtvochtigheid te laag met een actieve stijging van de luchtvochtigheid tot ongeveer 40%; 84% vond de luchtvochtigheid zelfs goed.

Daarentegen vond 77% van de deelnemers dat de luchtvochtigheid te laag was toen de bevochtiging werd uitgeschakeld. Bovendien beoordeelde 54% van de geïnterviewden de bevochtiging van de binnenlucht als zeer verfrissend. Bij de beoordeling van de symptomen van 'droge luchtwegen' en 'branderige ogen' waren de resultaten in de bevochtigde ruimten ook significant beter, elk met ongeveer 20%. Het Fraunhofer-onderzoek bevestigt dus duidelijk de negatieve invloed van onvoldoende luchtvochtigheid in de ruimte op het algemene welzijn, mogelijke oogirritatie en droogte van de slijmvliezen.

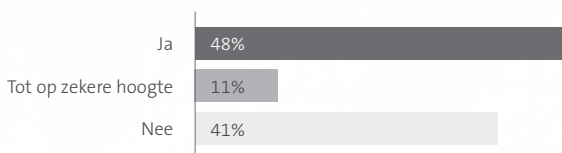
Voor alle onderzochte symptomen gaven de respondenten significant minder klachten aan in de kantoren die tot 40% relatieve vochtigheid werden bevochtigd. Naast een goede binnenluchtkwaliteit en een comfortabele temperatuur is de luchtvochtigheid op de werkplek daarom een belangrijke factor voor het verhogen van het welzijn en het verminderen van gezondheidsrisico's op kantoorwerkplekken.

Waarneming met bevochtiging uitgeschakeld:

Heeft u vaak last van droge luchtwegen als u werkt?



Heeft u vaak last van branderige ogen als u werkt?



5 Lage luchtvochtigheid heeft een grote invloed op de verspreiding van influenzavirussen

De voorgaande hoofdstukken hebben de negatieve effecten en risico's van een te lage luchtvochtigheid op het welzijn en de gezondheid van mensen beschreven. Deze aspecten zijn echter slechts een deel van een groot internationaal probleem. Volgens een nieuw onderzoek verhoogt een lage luchtvochtigheid aanzienlijk de verspreiding van griepvirussen (influenza) en daarmee het risico op besmetting en een vaak ernstige en zelfs dodelijke ziekte.

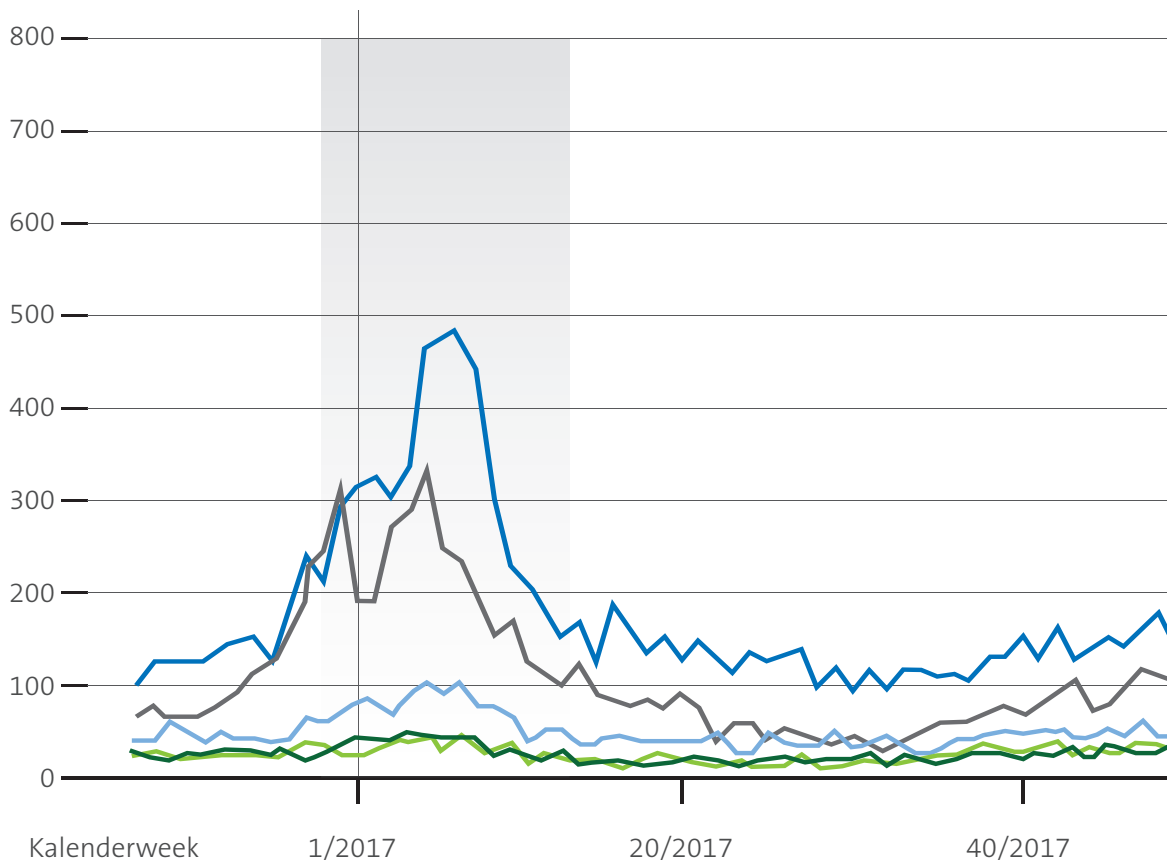
Het Robert Koch Instituut (RKI) registreert in rapportages over de epidemiologie van de griep al vele jaren ziekte- en sterfgevallen als gevolg van de griep in Duitsland. In het rapport voor 2017/2018 kwam het Instituut op de volgende conclusies (zie schema: Aantal acute luchtweginfecties):

■ De griepepidemie begon tegen het einde van het jaar (kalenderweek 50), bereikte zijn hoogtepunt in februari en maart (week 6 tot week 12) en zakte daarna langzaam weg in april.

■ In 2017/2018 registreerde het RKI ongeveer 9 miljoen doktersbezoeken en 45.000 ziekenhuisopnames als gevolg van influenza. Bovendien schat het instituut dat er nog 5,3 miljoen ziekte-dagen zijn geweest in verband met de griep zonder medisch attest van een arts.

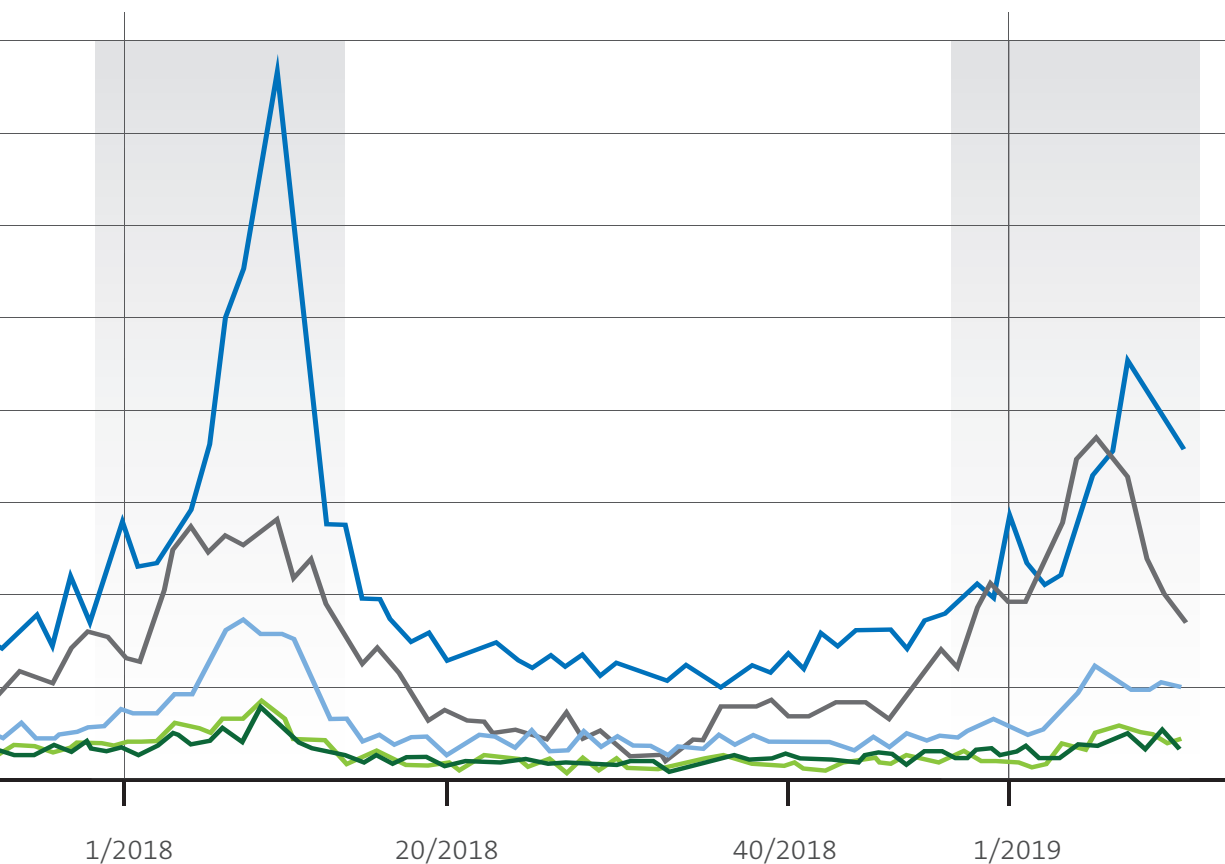
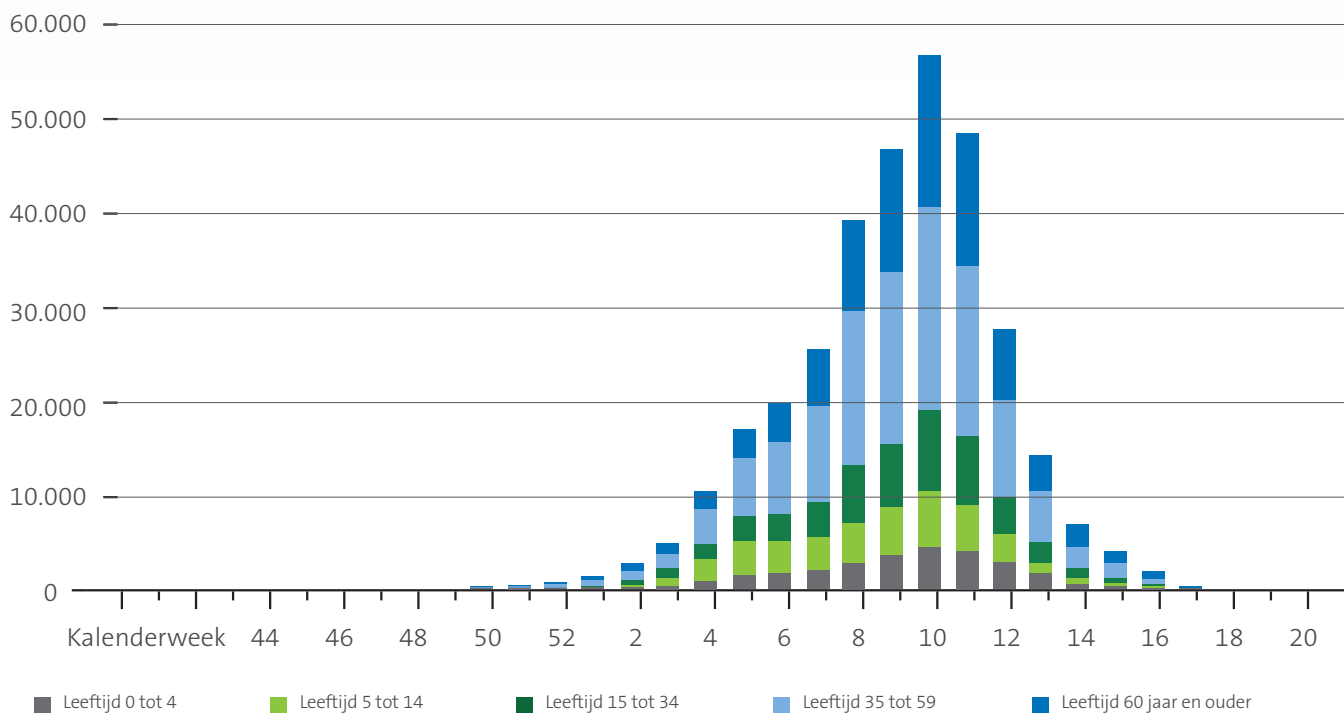
■ De griep treft vooral mensen ouder dan 35 jaar hevig. Volgens RKI laten de gegevens voor 2017/2018 een enorme toename zien van het aantal griepgevallen met 2 miljoen gevallen ten opzichte van de voorgaande topjaren 2012/2013 en 2014/2015. De hier getoonde grafiek is een statistiek van het Robert Koch Instituut over het ziekteverzuim vanwege influenza in het jaar 2017/2018. Het laat een duidelijke piek zien in de koude, droge seizoenen tussen december en maart (332.873 gerapporteerde ziektegevallen werden hier geëvalueerd).

Aantal acute luchtweginfecties



**Aantal aan het Robert Koch Instituut gemelde gevallen van influenza
in de periode van kalenderweek 40/2017 tot en met week 20/2018**

Gevallen van influenza



6 Nieuw onderzoek van de universiteit van Yale toont aan dat droge binnenlucht de effecten van de griep versterkt

De grafieken op pagina 13 en 14 laten een significante correlatie zien tussen griepgevallen en lage luchtvochtigheidsniveaus van december tot april. Of dit verband daadwerkelijk bestaat is ook in de geneeskunde een controversieel onderwerp van discussie. In 2019 hebben onderzoekers van de gerenommeerde Amerikaanse universiteit van Yale verder bewijs geleverd met hun onderzoek 'Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection' (lage luchtvochtigheid schaadt de barrièrefunctie en natuurlijke weerstand tegen griep). De belangrijkste bevindingen die al op pagina 5 en 6 zijn gevisualiseerd zijn:

- Het verband tussen een lage luchtvochtigheid en het vermogen van influenzavirussen om te overleven en zich te verspreiden bestaat en is duidelijk aangetoond.
- Onvoldoende luchtvochtigheid vermindert het zelfreinigingsmechanisme van de luchtwegen, met als gevolg een lagere weerstand van het immuunsysteem tegen virussen. Wanneer het virus door de slijmlaag van de ademhalingsorganen als eerste weerstandsbarrière breekt, komt interferon vrij om genen te activeren die de virussen bestrijden en blokkeren. Als het virus er ook in slaagt deze tweede verdedigingslinie te doorbreken, activeert het immuunsysteem een derde fase, waardoor virusspecifieke immuunreacties worden geactiveerd. In een omgeving met onvoldoende luchtvochtigheid worden deze drie barrières ineffectief en veroorzaken ze een griepinfectie.

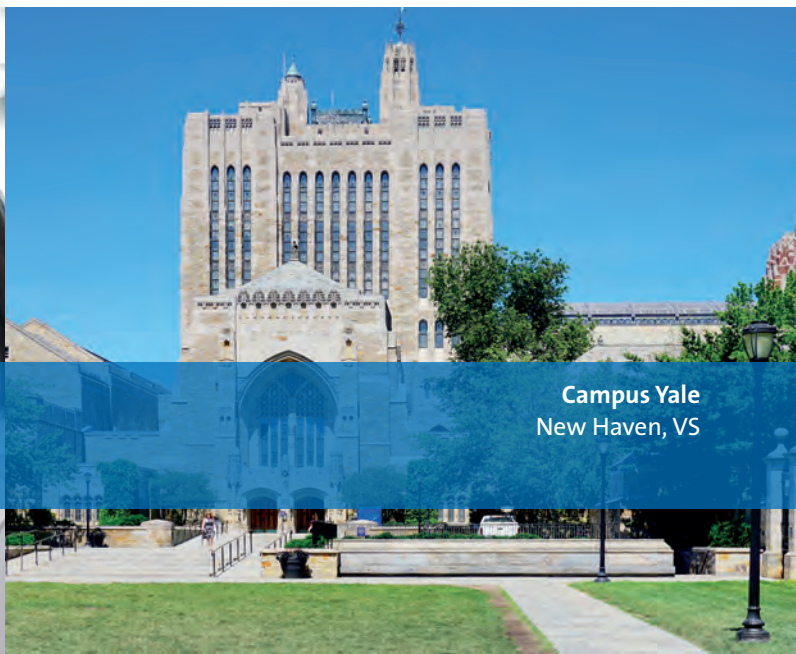
- De ernst van de infectie neemt toe bij een lage relatieve vochtigheid, ongeacht de virale belasting. Bovendien remt een lage luchtvochtigheid het vermogen van menselijk celweefsel om zichzelf te herstellen.

Dokter Akiko Iwasaki, hoofd Onderzoek, vat de belangrijkste bevindingen van het onderzoek samen: Onze nieuwe bevindingen op het gebied van luchtvochtigheid en de daaruit voortvloeiende aspecten en maatregelen ter vermindering van griepaandoeningen zijn van enorm belang, aangezien seizoensgebonden griepinfecties nog steeds toenemen en wereldwijd jaarlijks ten minste een half miljoen doden veroorzaken. Het is bovendien bewezen dat een relatieve vochtigheid tussen 40% en 60% een virale infectie minimaliseert en het transmissieproces belemmert. Daarom bevelen wij het volgende aan: Een lage luchtvochtigheid is niet de enige factor die kan leiden tot de verspreiding van griepvirussen en -ziekten. Het garanderen van een relatieve vochtigheid van ten minste 40%, met name in het koude en droge seizoen, is echter wel een geschikte maatregel om de verspreiding van influenzavirussen en het aantal besmettingen significant te verminderen.

Bron: www.pnas.org/content/early/2019/05/07/1902840116



Professor Dr. Akiko Iwasaki
Hoofd Onderzoek van Yale-onderzoek:
Low ambient humidity impairs barrier function
and innate resistance against influenza infection



Campus Yale
New Haven, VS

7.1 Luchtvochtigheid in een ruimte vanuit economisch perspectief

Van de in totaal 40 miljoen werknemers in Duitsland werken er zo'n 17 miljoen in kantoren. Hun gezondheid, welzijn en prestaties zijn ook sterk afhankelijk van een goede luchtkwaliteit, comfortabele temperaturen en een passende luchtvochtigheid in de kantoren. Het grote voordeel van de naleving van deze voorwaarden wordt geïllustreerd door de jaarlijkse statistieken 'Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit' (Economische kosten van arbeidsongeschiktheid) gepubliceerd door de Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua, Duitse overheidsorganisatie voor bedrijfsveiligheid en -gezondheid). Voor 2017 laten deze statistieken een gemiddelde arbeidsongeschiktheid zien van 16,7 dagen per werknemer, resulterend in een totaal van 669 miljoen ziektedagen, wat overeenkomt met 1,8 miljoen jaar werkverzuim. Alleen 'echt' medisch ziekteverzuim wordt in deze statistieken geteld. Bovendien zijn er ook veel ziektedagen die niet door artsen worden geregistreerd.

Op basis van deze gegevens heeft baua de totale kosten van stilstand voor werkgevers in 2017 berekend op € 76 miljard (gemiddeld € 41.700 per werknemer per jaar) en stilstandkosten voor de productiviteit op € 136 miljard (gemiddeld € 74.000 per werknemer per jaar). Met de hoogste bruto toegevoegde waarde van € 97.500 (2017) en een arbeidsongeschiktheid van 14,6 dagen per werknemer staan de sectoren financiering, verhuur, zakelijke dienstverlening en verzekeringsdienstverlening bovenaan van deze statistieken. Een samenvatting van de belangrijkste baua-gegevens voor de jaren 2014 en 2017 is te vinden in de tabel hieronder.

Volgens de baua-analyses vormen luchtwegaandoeningen 13,9% van alle ziekten. Dit komt overeen met ongeveer 93 miljoen ziektedagen, oftewel ongeveer 250.000 jaar aan afwezigheid. Op basis van deze cijfers en enkele andere aannames illustreren we nu aan de hand van een voorbeeld de stilstandkosten die een werkgever met 100 kantoormedewerkers kan verwachten als de luchtvochtigheid in de ruimte onvoldoende en ongezond is.

Hierbij wordt uitgegaan van ongeveer 18 ziektedagen per kantoormedewerker (inclusief individuele ziektedagen zonder medisch attest), waarvan 15% = 2,7 dagen toe te schrijven is aan aandoeningen van de luchtwegen. Dit omvat 1,5 dag afwezigheid wegens onvoldoende luchtvochtigheid (verkoudheid, griep, hoofdpijn). Als we daarnaast rekening houden met een verder concentratie- en prestatieverlies van de betrokkenen (door irritatie van de slijmvliezen van de neus en keel, droge ogen en jeukende huid) op de kantoorwerkplek zelf, dan kan een conservatieve schatting worden gemaakt uitgaande van een totaal jaarlijks productieverlies van 2,5 dagen per persoon. Deze 2,5 dagen afwezigheid vertegenwoordigen ongeveer 1,2% van de jaarlijkse werkuren.

Op basis van de baua-waarde van een gemiddelde bruto toegevoegde waarde per kantoorbaan in de sectoren financiering, verhuur, zakelijke dienstverlening en verzekeringsdienstverlening van € 97.500, hebben werkgevers dus een ziekteverzuimpercentage van 1,2% van € 97.500, wat resulteert in € 1170 per persoon en per jaar.

Economische kosten door arbeidsongeschiktheid van 2014 tot 2017 met 40 miljoen werknemers in Duitsland (bron: baua)

	2014	2015	2016	2017
Ziektedagen (totaal)	543 miljoen	587 miljoen	675 miljoen	669 miljoen
Productieonderbreking (arbeidskosten)	€ 57 miljard	€ 64 miljard	€ 75 miljard	€ 76 miljard
Bruto toegevoegde waarde (productiviteit)	€ 90 miljard	€ 113 miljard	€ 133 miljard	€ 136 miljard

Dagen afwezigheid vanwege luchtwegaandoeningen (totaal)

Dagen	65,7 miljoen	83,2 miljoen	91,2 miljoen	92,2 miljoen
-------	--------------	--------------	--------------	--------------

Dagen afwezigheid vanwege luchtwegaandoeningen (financiering, verhuur, zakelijke dienstverlening en verzekeringsdienstverlening)

Dagen	10,6 miljoen	13,7 miljoen	16,4 miljoen	17,0 miljoen
Productieonderbreking (arbeidskosten)	€ 1,1 miljard	€ 1,5 miljard	€ 1,8 miljard	€ 1,9 miljard
Bruto toegevoegde waarde (productiviteit)	€ 2,8 miljard	€ 3,6 miljard	€ 4,4 miljard	€ 4,5 miljard

Dagen afwezigheid vanwege luchtwegaandoeningen (openbare en andere diensten, onderwijs en gezondheidszorg)

Dagen	20,4 miljoen	25,0 miljoen	35,1 miljoen	36,9 miljoen
Productieonderbreking (arbeidskosten)	€ 2,0 miljard	€ 2,5 miljard	€ 3,6 miljard	€ 3,9 miljard
Bruto toegevoegde waarde (productiviteit)	€ 2,5 miljard	€ 3,1 miljard	€ 4,4 miljard	€ 4,7 miljard

Op het gebied van openbare diensten, waaronder onderwijs en gezondheidszorg, wordt de bruto toegevoegde waarde per persoon per jaar genoemd op € 46.500. Als ook hier wordt uitgegaan van een arbeidstijdverlies van 1,2%, bedragen de kosten per werknemer € 558 per persoon per jaar.

7.2 Wat voor kosten kunnen werkgevers verwachten om ziekteverzuim te voorkomen?

Een nieuw kantoorgebouw in de omgeving van München voor 100 medewerkers is uitgerust met een ventilatiesysteem met een buitenluchtvolumestroom van $50 \text{ m}^3/\text{persoon} = 5000 \text{ m}^3/\text{u}$ om een goede binnenluchtkwaliteit te garanderen. Tegelijkertijd besluit de CEO van het bedrijf om een gecontroleerde bevochtiging in het ventilatiesysteem te installeren om een gezonde luchtvochtigheid van minstens 40% in de ruimtes te garanderen bij een kamertemperatuur van $22 \text{ }^\circ\text{C}$ op vijf werkdagen per week, zelfs in de koude seizoenen.

De investeringskosten voor de installatie van de hier geselecteerde bevochtigingsinstallatie op basis van een Condair GS gasgestookte stoombevochtiger, inclusief de noodzakelijke behandeling van het bevochtigingswater, bedragen eenmalig circa € 29.000. Zonder al te veel in detail te treden, bedragen de jaarlijkse bedrijfskosten voor het bevochtigingssysteem ongeveer € 3600 door het verbruik van gas, water en elektriciteit, evenals het onderhoud.

Wat betekent dit over een periode van 15 jaar?

Zoals eerder berekend, verliest de werkgever € 1170 per persoon aan productiviteit per jaar door de te droge kantoorlucht. Voor 100 medewerkers komt dit overeen met een waarde van € 117.000 per jaar, oftewel een totaal van € 1.755 miljoen over 15 jaar.

Om deze verliezen te vermijden, kost de bevochtigingseenheid hem € 29.000 als eenmalige investering en € 3600 per jaar aan bedrijfskosten $\times 15 \text{ jaar} = € 54.000$. Dit resulteert in een totaal van ongeveer € 83.000 voor 15 jaar.

Uit de vergelijking van de twee resultaten ontstaat een 'rendement' voor de onderneming tussen de uitgaven voor een goede en gezonde luchtvochtigheid en het vermijden van verliezen (lagere productiviteit) van € 1,755 miljoen: $€ 83.000 = 2100\%$, of een vermeden productiviteitsverlies van € 1,755 miljoen - € 83.000, wat leidt tot een rendement van € 1,672 miljoen.

Berekening voor 100 werknemers over een exploitatieperiode van 15 jaar in de economische sector van openbare en andere diensten, onderwijs en gezondheid

Bruto toegevoegde waarde per werkplek* x stilstand** = productieverlies

46.500,00 euro x 1,2% = 585,00 euro per jaar, per persoon

Werknemers x productieverlies per jaar x exploitatieperiode = productieverlies

100 x 585 euro x 15 jaar = 837.000 euro

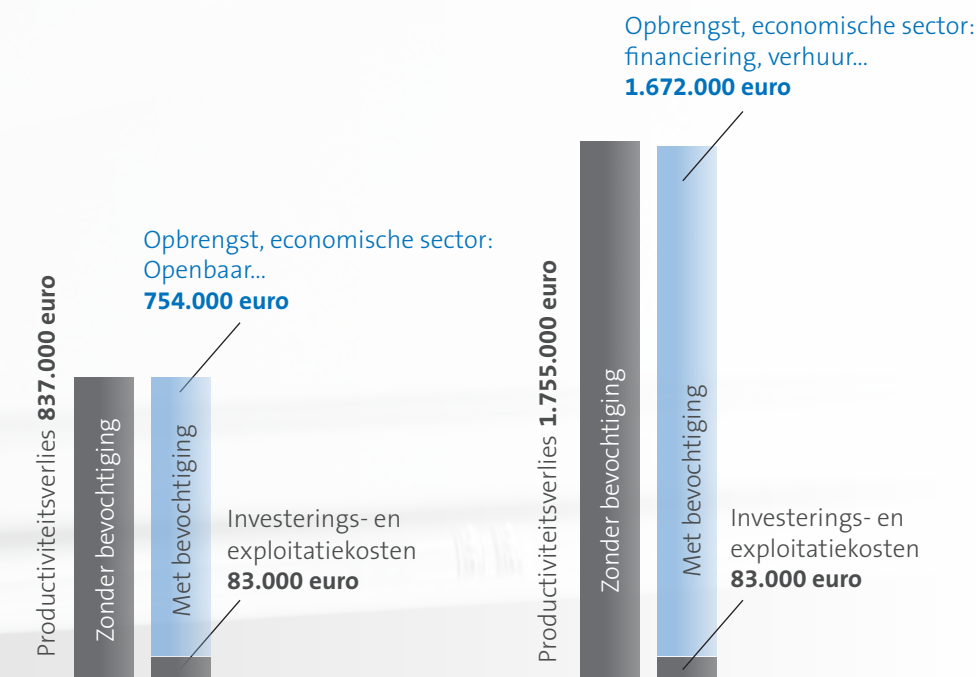
Berekening voor 100 werknemers over een exploitatieperiode van 15 jaar in de economische sector van financiering, verhuur, zakelijke dienstverlening en verzekeringsdienstverlening

Bruto toegevoegde waarde per werkplek* x stilstand** = productieverlies

97.500,00 euro x 1,2% = 1170,00 euro per jaar, per persoon

Werknemers x productieverlies per jaar x exploitatieperiode = productieverlies

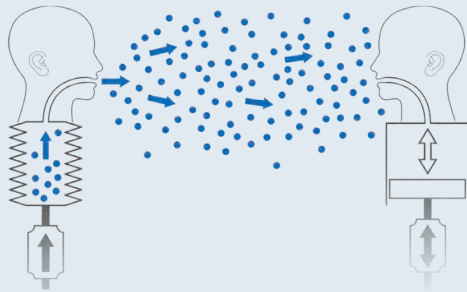
100 x 1170 euro x 15 jaar = 1.755.000 euro



* Baua, Duitse overheidsorganisatie voor bedrijfsveiligheid en -gezondheid

** Verwachte totale uitvaltijd als gevolg van luchtwegaandoeningen

8 Een overzicht van de resultaten van medische onderzoeken naar de relevantie van luchtvochtigheid voor de gezondheid



Overdracht van influenzavirussen via de lucht

Het percentage uitgehoeste griepvirussen dat na een uur nog steeds besmettelijk was in een klimaatgecontroleerde ruimte bij verschillende luchtvochtigheidsniveaus in de ruimte werd gemeten. Bij een luchtvochtigheid van minder dan 23% was meer dan 70% van de uitgehoeste griepvirussen na een uur nog steeds besmettelijk. Bij een relatieve vochtigheid van meer dan 40% was minder dan 20% van de virussen na een uur nog steeds besmettelijk. Een lage luchtvochtigheid verhoogt het risico op infectie door uitgeademde of uitgehoeste griepvirussen, terwijl een luchtvochtigheid van meer dan 40% het risico op infectie verlaagt.

Oorspronkelijke titel:

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

Auteurs:

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

Gepubliceerd:

2013

Levensvatbaarheid van virussen in de lucht

De onderzoekers constateerden een lange overlevingsperiode van de virussen bij een zeer hoge luchtvochtigheid van bijna 100%. De besmettelijkheid van de virussen bleef ook lange tijd behouden wanneer de luchtvochtigheid lager was dan 50%. Bij een luchtvochtigheid van meer dan 50% werden de influenzavirussen binnen korte tijd geïnactiveerd. Aangenomen wordt dat de extreem sterke toename van de zoutconcentratie in de druppel tijdens de verdamping bij afnemende luchtvochtigheid de virussen inactieveert. Onder een vochtigheidsniveau van 50% kristalliseren de zouten, verliezen ze hun inactiverende werking en lijken ze de virussen te behouden. Het getoonde mechanisme verklaart waarom griepepidemieën vaak voorkomen tijdens de winterse verwarmingsperiode vanwege de zeer lage luchtvochtigheid van de verwarmde kamerlucht.

Oorspronkelijke titel:

Relationship between humidity and influenza A viability in droplets and implications

Auteurs:

Wan Yang, Subbiah Elankumaran, Linsey C. Marr

Gepubliceerd:

2012



Invloed van luchtvochtigheid en ventilatie op het risico op influenza

Onderzoekers gebruikten modelberekeningen om het risico op een influenza-infectie te onderzoeken bij verschillende luchtvochtigheidsniveaus en variërende ventilatie-intensiteit binnenshuis.

Een verhoging van de ventilatie vermindert het risico op infectie door het uitdunnen en verwijderen van de griepvirussen in de afvoerlucht. Dit is met name effectief voor kleine kiemdruppeltjes die lang kunnen zweven in de droge lucht. De luchtvochtigheid in de ruimte bepaalt de verdamping van uitgehoeste kiemdruppels en daarmee hun uiteindelijke grootte (zweefduur), en de levensvatbaarheidstijd van de influenzavirussen via de zoutconcentratie. Een luchtvochtigheid van meer dan 40% vermindert het risico op infectie door de virussen snel te inactiveren en de grote druppels snel te laten bezinken. Droge kamerlucht doet het tegenovergestelde en verhoogt het risico op griep.

Oorspronkelijke titel:

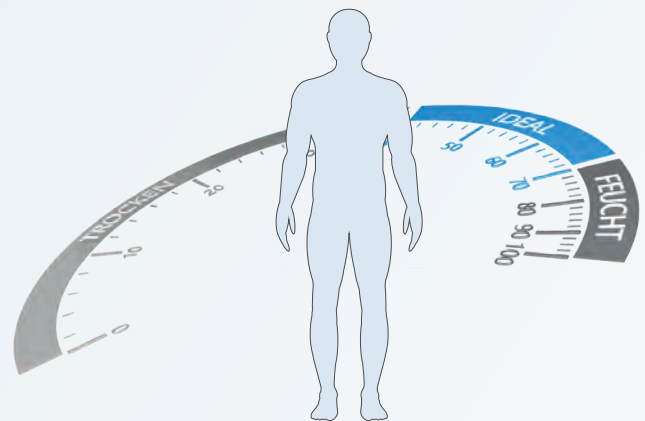
Dynamics of airborne influenza A viruses indoors and dependence on humidity

Auteurs:

Wan Yang, Linsey C. Marr

Gepubliceerd:

2011



Gemiddelde luchtvochtigheid is ideaal voor onze gezondheid

Met 99 onderzoeksreferenties toont deze belangrijke literatuurstudie aan waarom een tussenliggende vochtigheidsgraad van 40-60% het ideale bereik is, zowel wat betreft de directe impact zoals het welzijn en de gezondheid van de gebruikers van het gebouw als wat betreft het vermijden van gezondheidsproblemen veroorzaakt door virale en bacteriële infecties, allergieën, schimmelinfecties, mijten en veruiling van de deeltjes- en gasvormige lucht. Een gemiddeld vochtigheidsniveau beschermt en verzorgt de huid, de slijmvliezen, de neus en de luchtwegen. Het optimaliseert de dynamiek van turbulentie, dispersie en sedimentatie van ziekteverwekkers in de lucht om de blootstelling te verminderen.

Oorspronkelijke titel:

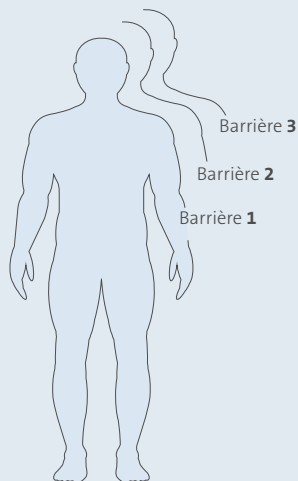
Criteria for human exposure to humidity in occupied buildings

Auteurs:

Sterling EM, Arundel A, Sterling TD

Gepubliceerd:

1985



Droge lucht is de beste medeplichtige aan griepvirussen

Het onderzoek van Yale, gepubliceerd in 2019, toont de ernstige effecten van een lage luchtvochtigheid op de weerstand van de luchtwegen tegen infecties in vergelijking met de normale situatie bij 50% luchtvochtigheid. Blootstelling aan 10% luchtvochtigheid gedurende meerdere dagen resulteert in het volgende:

- 1)** Trilharen, die verondersteld worden slijm en virussen uit de luchtwegen te verwijderen, worden ongecoördineerd en inefficiënt.
- 2)** De natuurlijke cellulaire en humorale immuniteit die verantwoordelijk is voor de directe infectiebestrijding is volledig geblokkeerd.
- 3)** De griepvirussen dringen ongehinderd binnen, vermenigvuldigen zich en veroorzaken weefselschade. Dit leidt tot frequentere en ernstigere griepuitbraken.

Oorspronkelijke titel:

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

Auteurs:

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

Gepubliceerd:

2019

Gezondheidszorg-gerelateerde infecties en lage luchtvochtigheid

In een onderzoek in een universitair ziekenhuis werden negen parameters (T, RV, Lux, CO₂, luchtdruk, percentage frisse lucht, luchtuitwisseling, beweging van personen, handhygiëne) gemeten in 10 patiëntenkamers. Als gevolg van de hoge luchtverlensing bedroeg de luchtvochtigheid gemiddeld 40% in de zes zomermaanden en 30% in de zes wintermaanden.

In de wintermaanden was het aantal zorginfecties significant hoger dan in de zomer. Van alle gemeten parameters correleert de stijging het best met de lagere luchtvochtigheid. Dit roept de vraag op of de lage luchtvochtigheid in de winter de oorzaak is van de toename van zorginfecties.

Oorspronkelijke titel:

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

Auteurs:

Dr. Stephanie Taylor, Dr. Walter Hugentobler

Gepubliceerd:

2016



Winterlucht, verwarming, ventilatie en mensen als luchtbevochtigers

De studie onderzocht de correlatie tussen bovenstaande termen en de levensvatbaarheidstijd van influenzavirussen in klaslokalen. De luchtvochtigheid in een ruimte wordt bepaald door de absolute luchtvochtigheid in de buitenlucht (zeer laag in koude winterlucht), de verwarmingstemperatuur, de ventilatie en de aanwezigheid van personen die vocht afgeven aan de binnenlucht. Zonder actieve bevochtiging is de relatieve vochtigheid binnenshuis in de winter meestal rond de 30% en varieert deze afhankelijk van de aanwezigheid van mensen en de buitentemperatuur. In de klas is 70% van de aanwezige griepvirussen een uur lang levensvatbaar. Met luchtbevochtigers (uitgang ≈ 2 l/h) kan de luchtvochtigheid in het klaslokaal snel worden verhoogd tot 40% of 60%, waardoor de levensvatbaarheid van griepvirussen na een uur wordt teruggebracht tot 50% of 35% en de kans op besmetting significant wordt verkleind.

Oorspronkelijke titel:

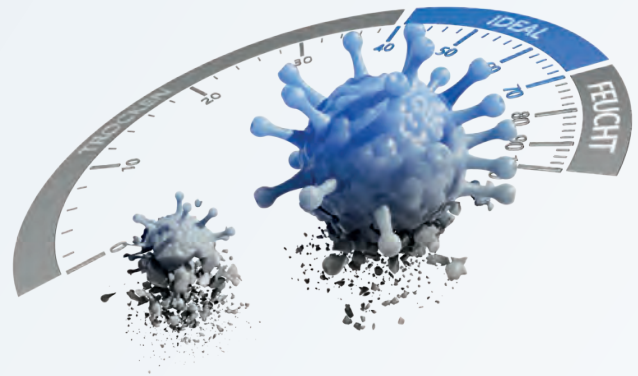
Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States

Auteurs:

Koep T.H. et al.

Gepubliceerd:

2013



Het dodelijke effect van de relatieve vochtigheid op bacteriën in de lucht

Dit is de vertaling van de titel van een in 1947 gepubliceerd onderzoek waarin werd aangetoond dat drie van de meest voorkomende bacteriële pathogenen van luchtweginfecties (pneumokokken, streptokokken en stafylokokken) snel worden geïnactiveerd bij een gematigde luchtvochtigheidsgraad (40-60%) in de lucht wanneer deze wordt verneveld met een zouthoudende suspensie. Alle drie de soorten bacteriën kunnen zeer lang overleven bij een lage en zeer hoge luchtvochtigheid.

Oorspronkelijke titel:

The lethal effect of relative humidity on air-borne bacteria

Auteurs:

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

Gepubliceerd:

1947

9 Komen de normen en richtlijnen overeen met de stand van de techniek op het gebied van de binnenluchtvochtigheid?

Het waarborgen van een binnenluchtvochtigheid die de gezondheid, het welzijn en de prestaties van mensen beschermt en bevordert, komt ook aan de orde in een aantal technische regels zoals normen en richtlijnen. In bijna alle gevallen houden deze technische regels echter alleen rekening met een hoge luchtvochtigheid in de ruimte van meer dan 65% bij kamertemperaturen boven 26 °C en de negatieve gevolgen die een dergelijke benauwde werkomgeving kan hebben voor kantoormedewerkers. Ter vergelijking: het thema ‘minimale luchtvochtigheid in een ruimte in het koudere en droge seizoen’ is tot nu toe ernstig verwaarloosd; in dit opzicht zijn er slechts enkele aanbevelingen, en als ze er al zijn, zijn er geen concrete specificaties. Dit kan te wijten zijn aan het feit dat de talrijke bevindingen over de vele positieve effecten van een minimale luchtvochtigheid van ongeveer 40%, die in deze brochure in detail zijn beschreven, nog niet door deskundigen zijn erkend en eerst moeten worden erkend en geaccepteerd voordat ze in technische voorschriften kunnen worden opgenomen. Dit zou echter slechts een kwestie van tijd moeten zijn.

NEN-EN 15251 ‘Binnenmilieu gerelateerde input parameters’ (nu NEN-EN 16798 deel 1) is een norm die van vitaal belang is voor de kwaliteit van de binnenlucht, de temperatuur en de luchtvochtigheid. Het bevat de volgende verklaringen over de luchtvochtigheid: ‘Gebouwen die niet onderworpen zijn aan andere eisen dan die voor menselijk gebruik (bijv. kantoren, scholen en woongebouwen) hoeven meestal niet te worden bevochtigd of ontvochtigd. Als de relatieve vochtigheid lager is dan 30%, kunnen er gezondheidsproblemen (bijv. droge slijmvliezen) en ongewenste statische ladingen. Bij gebruik van bevoch-

tigings- en/of ontvochtigingssystemen moet overmatige bevochtiging en ontvochtiging worden vermeden. De aanbevolen ontwerpspecificaties voor de binnenluchtvochtigheid in ruimten met bevochtigings- en ontvochtigingssystemen, die door mensen worden gebruikt, zoals vermeld in de tabel, moeten worden gebruikt.’

De in de tabel vermelde minimale ruimteluchtvochtigheid varieert van 30% (voor beste ruimte categorie I) tot 20% (slechtste ruimte categorie III), maar ligt altijd onder de minimumwaarden van ongeveer 40% zoals aanbevolen op basis van verschillende onderzoeken en brochures. Ze zijn daarom nauwelijks geschikt om een gezonde en comfortabele werkomgeving te garanderen en het risico op ziekte te verminderen.

Soortgelijke verklaringen kunnen ook worden gelezen in NEN-EN 16798 deel 3 ‘Ventilatie voor utiliteitsgebouwen’. Hier staat het volgende: ‘bevochtiging of ontvochtiging van de ruimtelucht met toevoerlucht is over het algemeen niet nodig. Wanneer dit echter wel wordt gebruikt, moet het worden ontworpen voor de grenswaarden van het toelaatbare luchtvochtigheidsbereik, de minimumwaarde bij bevochtiging en de maximumwaarde bij ontvochtiging.’ Hiervoor wordt verwezen naar NEN-EN 15251 en de waarden in de tabel hieronder. Helaas wijzen ook andere technische regels in dezelfde verkeerde richting, vaak met verwijzingen naar NEN-EN 15251. Technische regel 3.6, ‘Ventilatie’ bevat bijvoorbeeld de volgende verklaring: ‘Bij klachten over de luchtvochtigheid binnenshuis moet bij de risicobeoordeling worden on-

Type gebouw/kamer	Categorie	Ontwerpspecificatie van de relatieve vochtigheid	
		voor ontvochtiging	voor bevochtiging
Ruimtes waarvan de luchtvochtigheidscriteria worden bepaald door menselijk gebruik. Voor speciale ruimtes (musea, kerken, enz.) kunnen andere grenswaarden nodig zijn.	I	50%	30%
	II	60%	25%
	III	70%	20%

derzocht of en zo ja wat voor maatregelen moeten worden getroffen.' In 'Empfehlung RLT-Anlagen 2018' (Aanbeveling voor luchtbehandelingsapparaten 2018) van de Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV, werkgroep voor mechanische en elektrische techniek van staatsoverheid en plaatselijke overheid), welke van toepassing is op openbare gebouwen, staat ook dat 'bevochtiging en ontvochtiging meestal alleen nodig zijn in speciale gebouwen, zoals musea en sommige zorginstellingen.'

VDI 3804 'Raumluftechnik – Bürogebäude' (airconditioning in kantoorgebouwen) bevat een sprankje hoop met betrekking tot de luchtvochtigheid in een ruimte met de volgende uitspraken: 'Aanbevolen wordt te streven naar categorie 1 van NEN-EN 15251, met 30% RV als ondergrens. Hiervoor is meestal een luchtbevochtiger nodig. Een luchtvochtigheidsniveau van <30% RV kan leiden tot geïrriteerde ogen en luchtwegen, wat leidt tot gunstige omstandigheden voor besmettelijke ziekten. Er kunnen zich ook problemen voordoen met een verhoogde statische lading. Bij lage buitentemperaturen is het te verwachten dat de luchtvochtigheid in de ruimte onder de 30% komt.'

Wat voor luchtvochtigheid wordt aanbevolen?

Op dit moment is er geen verplichte minimale luchtvochtigheid op de werkplek vastgesteld. De beroepsverenigingen en ongevallenverzekeraars gaan er over het algemeen van uit dat de binnenlucht niet extra bevochtigd hoeft te worden. ASR A 3.6 'Ventilatie' is een technische regel voor werkplekken die alleen de maximale waarden vaststelt die de relatieve vochtigheid bij verschillende kamertemperaturen niet mag overschrijden.

De Duitse wet op de veiligheid en gezondheid op het werk, artikel 5 'Beoordeling van de gevaren op de werkplek' stelt dat een gevaar op de werkplek ook het gevolg kan zijn van fysieke gevolgen. In geval van gezondheidsproblemen moet de werkgever bepalen of en welke maatregelen moeten worden genomen.

Als gevolg daarvan zijn de huidige technische regels met betrekking tot de specificaties en de naleving van de minimale luchtvochtigheid in ruimtes helaas niet in overeenstemming met de huidige stand van de geneeskunde en de wetenschap en moeten deze daarom dringend worden herzien om er specificaties voor de minimale luchtvochtigheid in ruimtes in op te nemen.

10 Snelle analyse van het kantoor klimaat met de risicografiek van de binnenluchtvochtigheid

Als mensen op kantoorwerkplekken klagen over een te lage temperatuur of luchtvochtigheid, of als er frequent luchtwegaandoeningen voorkomen, biedt de volgende procedure een snelle en eenvoudige manier om een eerste objectieve analyse en beoordeling van het binnenklimaat uit te voeren. De procedure is gebaseerd op de zogenaamde 'Klimaatrisicografiek' ('Risikograph Klima'), die de Duitse sociale ongevallenverzekering (DGUV) aanbeveelt in haar gids 215-510 'Beurteilung des Raumklimas' (Beoordeling van het binnenklimaat). Aangezien deze DGUV-ricicografiek echter alleen betrekking heeft op klachten over hoge kamertemperaturen en hoge luchtvochtigheid, heeft Condair een risicografiek voor luchtvochtigheid ontwikkeld voor een droog binnenklimaat.

Hoe moet deze risicografiek worden toegepast en welke resultaten levert het op?

Stap 1:

Meet in kantoren met klachten over een droog en oncomfortabel ruimteklimaat de kamertemperatuur en de luchtvochtigheid in de ruimte.

Stap 2:

Noteer de meetwaarden in de risicografiek voor luchtvochtigheid:
Zet de temperatuur uit op de x-as en zet de relatieve vochtigheid uit langs de diagonale lijnen voor luchtvochtigheid in de ruimte.

Stap 3:

De twee voorbeelden aan de rechterkant illustreren de toepassing van de risicografiek voor luchtvochtigheid.

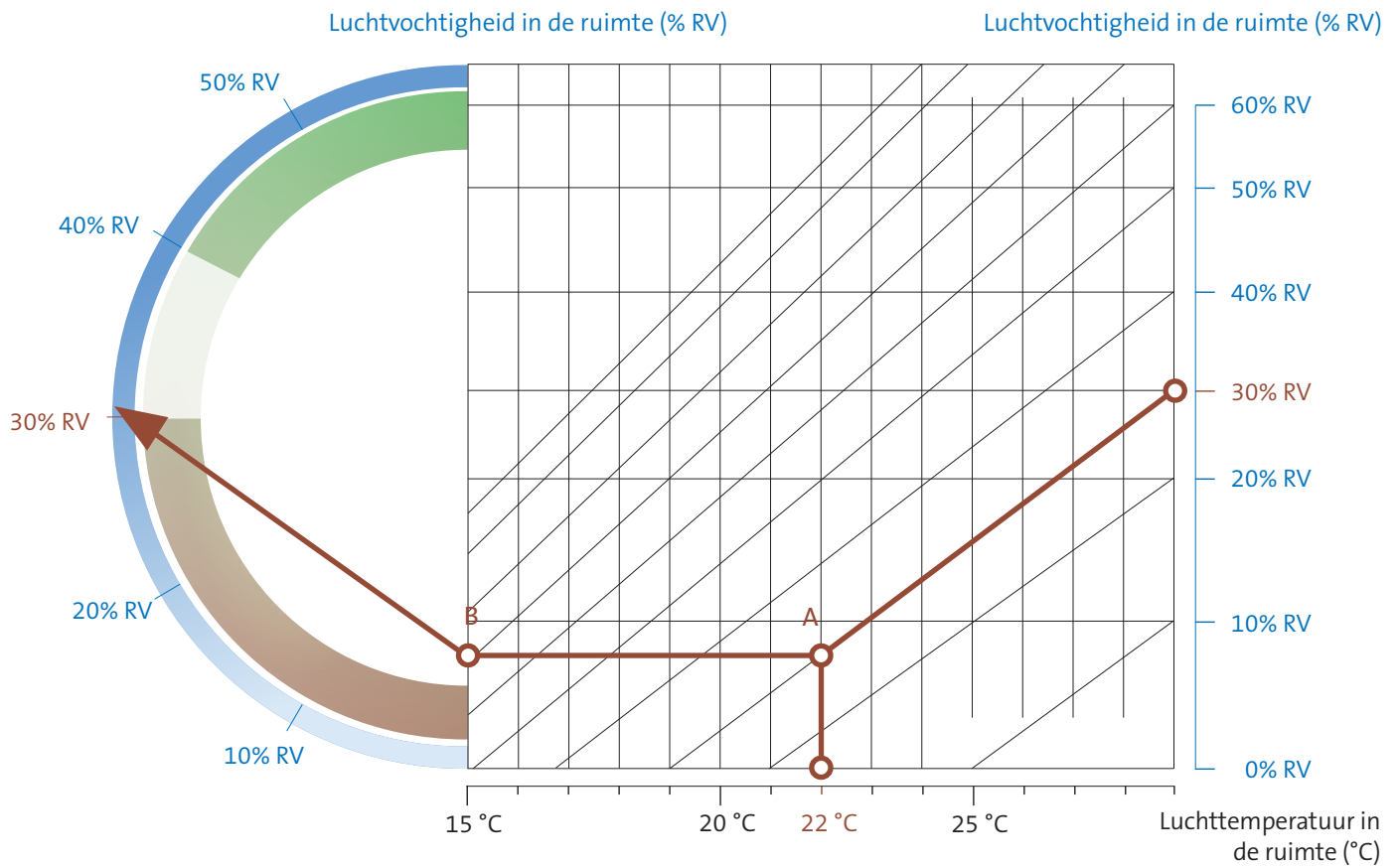
Voorbeeld 1: actie vereist

Dit is bijvoorbeeld van toepassing voor een kamertemperatuur van 22 °C en een ruimteluchtvochtigheid van 30%. Het punt van doorsnijding A in het diagram is het resultaat van deze waarden. Trek vanaf dit punt een horizontale lijn naar de rand van de grafiek links (y-as) naar punt B. Verbind vervolgens punt B met de ruimteluchtvochtigheidsschaal uiterst links in het diagram, d.w.z. met de gemeten waarde van de ruimteluchtvochtigheid (30% in het voorbeeld). De resulterende rode lijn loopt door het rode gebied van de risicografiek. Deze ruimte geeft aan dat de luchtvochtigheid in de ruimte onvoldoende is en dat er dus gezondheidsrisico's bestaan. Als de resulterende lijn het rode gebied van de risicografiek overschrijdt, wordt vanuit medisch oogpunt een verhoging van de relatieve vochtigheid in de ruimte aanbevolen.

Voorbeeld 2: optimale luchtvochtigheid in de ruimte

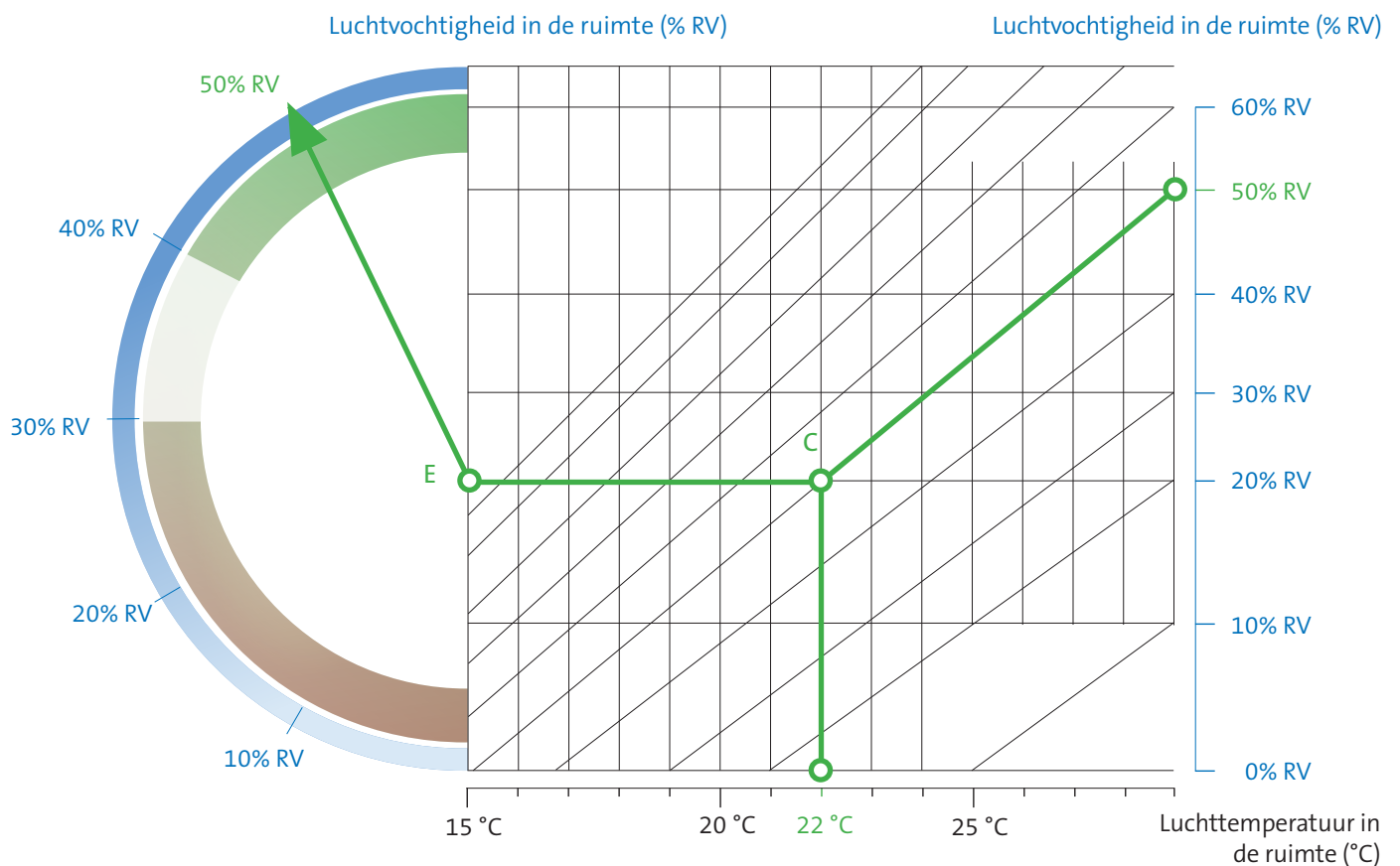
Ter vergelijking: de groene lijnen in de risicografiek duiden in dit voorbeeld op een goed binnenklimaat met voldoende binnenluchtvochtigheid. Er werd een kamertemperatuur van 22 °C en een relatieve vochtigheid van 50% gemeten. Dit resulteert in het snijpunt C, van waaruit we weer een horizontale lijn trekken naar de linkerrand van de grafiek, naar punt D. Wanneer we punt D verbinden met de vochtigheidsschaal naast de grafiek naar de gemeten vochtigheidswaarde van 50%, gaat de resulterende lijn nu door het groene gebied. Dit gebied duidt op een voldoende of goede luchtvochtigheid in de ruimte en dus op een laag risico op gezondheidsrisico's en lage risico's als gevolg van te droge lucht.

Als de lijn door de neutrale zone tussen de rode en groene zone van de risicografiek van de ruimteluchtvochtigheid loopt, is het ook raadzaam om de ruimteluchtvochtigheid te verhogen.



Voorbeeld 1: actie vereist

Bij een kamertemperatuur van 22 °C en 30% RV. Luchtvochtigheid in de ruimte



Voorbeeld 2: optimale luchtvochtigheid in de ruimte

Bij een kamertemperatuur van 22 °C en 50% RV in de ruimte

Nederland

Condair B.V.
Gyrocoopweg 21, 1042 AC, Amsterdam
Tel: +31 (0)20 705 8200
info@condair.nl - www.condair.nl

België

Condair N.V.
De Vunt 13 bus 5, 3220, Holsbeek
Tel: +32 (0)16 98 02 29
info@condair.be - www.condair.be

