



# WHO-Leitlinien zur Innen- raumluftqualität: Feuchtigkeit und Schimmel

**Kurzfassung**

Anfragen zu Veröffentlichungen des WHO-Regionalbüros für Europa richten Sie bitte an:

Publications

WHO Regional Office for Europe

Scherfigsvej 8

DK-2100 Kopenhagen Ø, Dänemark

Oder füllen Sie auf der Website des Regionalbüros für Europa ein Online-Formular für Dokumentation/Information bzw. die Genehmigung zum Zitieren/Übersetzen aus (<http://www.euro.who.int/PubRequest?language=German>).

© **Weltgesundheitsorganisation 2009**

Alle Rechte vorbehalten. Das Regionalbüro für Europa der Weltgesundheitsorganisation begrüßt Anträge auf Genehmigung zur teilweisen oder vollständigen Reproduktion oder Übersetzung seiner Veröffentlichungen.

Die in dieser Publikation benutzten Bezeichnungen und die Darstellung des Stoffes beinhalten keine Stellungnahme seitens der Weltgesundheitsorganisation bezüglich des rechtlichen Status eines Landes, eines Territoriums, einer Stadt oder eines Gebiets bzw. ihrer Regierungs-/Verwaltungsinstanzen oder bezüglich des Verlaufs ihrer Staats- oder Gebietsgrenzen. Gestrichelte Linien auf Karten bezeichnen einen ungefähren Grenzverlauf, über den möglicherweise noch keine vollständige Einigkeit besteht.

Die Erwähnung bestimmter Firmen oder Erzeugnisse bedeutet nicht, dass diese von der Weltgesundheitsorganisation unterstützt, empfohlen oder gegenüber ähnlichen, nicht erwähnten bevorzugt werden. Soweit nicht ein Fehler oder Versehen vorliegt, sind die Namen von Markenartikeln als solche kenntlich gemacht.

Die Weltgesundheitsorganisation hat alle angemessenen Vorkehrungen getroffen, um die in dieser Publikation enthaltenen Informationen zu überprüfen. Dennoch wird die Veröffentlichung ohne irgendeine explizite oder implizite Gewähr herausgegeben. Die Verantwortung für die Deutung und den Gebrauch des Materials liegt bei der Leserschaft. Die Weltgesundheitsorganisation schließt jegliche Haftung für Schäden aus, die sich aus dem Gebrauch des Materials ergeben. Die von den Autoren, Redakteuren oder Expertengruppen geäußerten Ansichten sind nicht unbedingt Ausdruck der Beschlüsse oder der erklärten Politik der Weltgesundheitsorganisation.

Dieses Dokument enthält Leitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zum Schutz der öffentlichen Gesundheit vor Gesundheitsrisiken durch Feuchtigkeit und damit verbundenem Wachstum von Mikroorganismen sowie der daraus folgenden Kontamination von Innenräumen. Die Leitlinien wurden nach umfassender Prüfung und Bewertung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes durch eine multidisziplinäre Expertengruppe erstellt, deren Mitglieder die gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen oder die Ursachen für mikrobiologischen Befall in Innenräumen erforschen.

Innenraumluftverschmutzung ist in Ländern niederen, mittleren und höheren Volkseinkommens als wichtiger gesundheitlicher Risikofaktor anerkannt. Die Innenraumluft ist auch schon deswegen ein wichtiges Thema, weil die Menschen einen wesentlichen Teil ihres Lebens in Innenräumen zubringen. Ist die Luft in Wohnheimen, Tagesstätten, Seniorenwohnungen und anderen Spezialeinrichtungen belastet, wirkt sich das auf Bevölkerungsgruppen aus, die bereits durch ihren Gesundheitszustand oder ihr Alter geschwächt sind. Eine mikrobielle Kontamination kann durch Hunderte Arten von Bakterien und Pilzen entstehen, die bei ausreichender Feuchtigkeit in Innenräumen gedeihen. Der Zusammenhang zwischen einer Exposition gegenüber mikrobiellen Schadstoffen und Erkrankungen der Atemwege, Allergien, Asthma sowie Immunreaktionen ist klinisch belegt.

Die gesundheitlich relevanten mikrobiellen Schadstoffe in der Innenraumluft weisen eine große Heterogenität auf und reichen von den von außen eindringenden Pollen und Sporen der Pflanzen über Bakterien, Pilze und Algen bis zu einigen Protozoen, die sowohl im Innen- als auch im Außenraum ausgestoßen werden. Dazu zählen auch ganz unterschiedliche Mikroben und Allergene, die von Mensch zu Mensch weitergegeben werden. Es gibt starke Indizien für gesundheitliche Gefahren durch biologische Verschmutzungen der Innenraumluft; allerdings kam eine im Oktober 2006 einberufene WHO-Arbeitsgruppe zu dem Schluss, dass sich die gesundheitlichen Auswirkungen nicht an einer einzigen Mikrobenart oder einem einzelnen biologischen Wirkstoff fest machen lassen. Das liegt daran, dass die Menschen oft mehreren Wirkstoffen zugleich ausgesetzt sind, dass eine genaue Abschätzung der Exposition schwierig ist, und dass in deren Anschluss eine Vielzahl von Symptomen und gesundheitlichen Folgen auftreten können. Ausnahmen hiervon bilden einige verbreitete Allergien (etwa gegen Hausstaubmilben oder Haustiere).

Das Vorhandensein vieler biologischer Wirkstoffe in Innenräumen ist häufig verbunden mit erhöhter Feuchtigkeit und unzureichender Lüftung. Zu viel Feuchtigkeit führt bei nahezu allen Materialien im Innenraum zum Wachstum von Mikroben wie Schimmel, Pilzen und Bakterien, die dann Sporen, Zellen, Fragmente und flüchtige organische Verbindungen an die Innenraumluft abgeben. Daneben löst Feuchtigkeit auch chemische und biologische Abbauprozesse an den Materialien aus, die ebenfalls die Innenraumluft belasten. Feuchtigkeit wird daher auch als deutlicher und konsistenter Indikator für das Risiko von Asthma und Erkrankungen der Atmungsorgane (z. B. Husten und Keuchen) bezeichnet. Den Gesundheitsrisiken durch biologische Verunreinigung der Innenluft könnte also begegnet werden, wenn Feuchtigkeit als Risikoindikator berücksichtigt würde.

Gesundheitsrisiken entstehen aus einer komplexen Abfolge von Ereignissen, die das Eindringen von Wasser und überhöhte Feuchtigkeit im Innenbereich mit biologischen Wachstums- sowie physischen und chemischen Abbauprozessen und der Abgabe gefährlicher biologischer und chemischer Wirkstoffe verknüpft. Die Prüfung der wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Unterstützung der WHO-Leitlinien folgte diesem Verlauf. Die Entstehung von Feuchtigkeit und ihre Auswirkungen auf die Innenraumbelastung durch biologische und andere Schadstoffe werden in Kapitel 2 zusammengefasst, das sich auch mit methodischen Ansätzen zur Expositionsabschätzung befasst. Ein wichtiger bestimmender Faktor für Feuchtigkeit und biologisches Wachstum in

Innenräumen ist die Durchlüftung, mit der sich Kapitel 3 beschäftigt. Wissenschaftliche Erkenntnisse zu den gesundheitlichen Auswirkungen durch Innenraumluftverschmutzung werden in Kapitel 4 auf Grundlage einer Auswertung epidemiologischer Studien sowie der klinischen und toxikologischen Forschung vorgestellt. Die Ergebnisse der epidemiologischen und toxikologischen Studien sind im Anhang zusammengefasst.

Die Zusammenstellung des Hintergrundmaterials für diese Auswertung erfolgte durch ausgewählte Fachleuten auf Einladung der WHO, und die erarbeiteten Unterlagen wurden auf einer WHO-Arbeitsgruppentagung am 17. und 18. Oktober 2007 in Bonn erörtert. Die Schlussfolgerungen aus den Diskussionen dieser Arbeitsgruppe werden in Kapitel 5 vorgestellt und in dieser Kurzfassung wie folgt zusammengefasst:

- Eine hinreichende Zahl epidemiologischer Studien, die in unterschiedlichen Ländern und unter verschiedenen klimatischen Bedingungen durchgeführt wurden, belegt, dass die Nutzer feuchter und von Schimmel befallener Gebäude, gleich ob in Wohnungen oder in öffentlichen Einrichtungen, einem erhöhten Risiko einer Erkrankung der Atmungsorgane, einer Atemwegsinfektion und der Verstärkung einer vorhandenen Asthmaerkrankung ausgesetzt sind. Es gibt auch einige Anzeichen dafür, dass ein erhöhtes Risiko besteht, an allergischer Rhinitis und Asthma zu erkranken. Zwar gibt es nur wenige Interventionsstudien, doch zeigen deren Ergebnisse, dass eine Feuchtigkeitssanierung negative gesundheitliche Folgen mindern kann.
- Es gibt klinische Belege dafür, dass eine Belastung durch Schimmel und andere feuchtigkeitsbedingte mikrobiologische Schadstoffe das Risiko für seltene Erkrankungen wie hypersensitive Pneumonitis, allergische Alveolitis, chronische Rhinosinusitis und AFS-Syndrom erhöht.
- Toxikologische Befunde in vivo und in vitro stützen diese Erkenntnisse und zeigen das Auftreten verschiedener Entzündungs- und Toxizitätsreaktionen nach einer Exposition gegenüber Mikroorganismen (bzw. deren Sporen, Metabolite und Bestandteile), die aus feuchten Gebäuden isoliert wurden.
- Atopische und allergische Menschen sind besonders empfänglich für biologische und chemische Wirkstoffe in feuchten Innenräumen, die negativen gesundheitlichen Auswirkungen wurden jedoch auch in nicht atopischen Bevölkerungsgruppen nachgewiesen.
- Durch die in vielen Ländern steigende Prävalenz von Asthma und Allergien erhöht sich auch die Zahl der Menschen, die für die Auswirkungen von Feuchtigkeit und Schimmel in Gebäuden empfänglich sind.

Die Bedingungen, die zu dem Gesundheitsrisiko beitragen, wurden wie folgt zusammengefasst:

- Das Problem feuchter Innenräume variiert stark innerhalb von Ländern, sowie zwischen Ländern, Kontinenten und Klimazonen auf. Schätzungen gehen davon aus, dass 10-50 % der Innenräume in Europa, Nordamerika, Australien, Indien und Japan betroffen sind. In manchen Umfeldern, etwa in Flusstälern oder Küstengebieten, können die Feuchtigkeitsbedingungen deutlich stärker ausgeprägt sein als im nationalen Durchschnitt.
- Die Wassermenge in und auf den Materialien ist der wichtigste Auslöser für das Wachstum von Mikroorganismen wie Pilzen, Actinomyceten und Bakterien.
- Mikroorganismen sind überall anzutreffen. Mikroben vermehren sich rasant, wo Wasser vorhanden ist. Der in den meisten Innenräumen vorhandene Staub und Schmutz enthält hinreichend Nährstoffe für ein ausgiebiges Wachstum der Mikroben. Zwar wächst Schimmel auf den meisten Materialien, die Auswahl geeigneter Materialien kann aber eine Ansammlung von Schmutz und eine Durchdringung mit Feuchtigkeit verhindern und

damit das Schimmelwachstum begrenzen.

- Mikrobielles Wachstum kann zu mehr Sporen, Zellfragmenten, Allergenen, Mykotoxinen, Endotoxinen,  $\beta$ -Glucanen und flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft führen. Die Verursacher der negativen Gesundheitsfolgen sind noch nicht abschließend erkannt, doch birgt eine überhöhte Konzentration jedes dieser Wirkstoffe in Innenräumen ein potenzielles Gesundheitsrisiko.
- Wechselwirkungen unter den Mikroben und feuchtigkeitsbedingte physikalische und chemische Emissionen aus Baumaterialien können für durch Feuchtigkeit verursachte gesundheitliche Folgen ebenfalls eine Rolle spielen.
- Gebäudestandards und Bauvorschriften legen - in Bezug auf Komfort und Gesundheit - nicht genügend Nachdruck auf Vermeidung und Kontrolle überhöhter Feuchtigkeit und Nässe.
- Abgesehen von sporadischem Eintritt (Rohrbrüche, starker Regen und Überschwemmungen) gelangt die meiste Feuchtigkeit mit der einströmenden Luft in das Gebäude. Dies umfasst sowohl einströmende Luft durch die Gebäudehülle als auch durch die Aktivitäten der sich im Gebäude aufhaltenden Menschen.
- Wenn Raumbooberflächen stärker abkühlen als die sie umgebende Luft, kann dies zu unerwünschter Kondensation führen. Wärmebrücken (etwa Fensterrahmen aus Metall), ungeeignete Isolierung, nicht eingeplante Luftkanäle, Kaltwasserrohre und kalte Teile von Klimaanlage können zu Oberflächentemperaturen unterhalb des Taupunktes der Luft und damit zur Kondenswasserbildung führen.

Auf Grundlage dieser Betrachtungen wurden die folgenden Leitlinien formuliert:

- Anhaltende Feuchtigkeit und beständiges Mikrobewachstum auf Innenraumbooberflächen und innerhalb von Gebäudestrukturen sind zu vermeiden oder zu vermindern, da sie negative gesundheitliche Auswirkungen haben können.
- Zu den Indikatoren von Feuchtigkeit und Mikrobewachstum zählen Kondensation auf Oberflächen oder in Gebäudestrukturen, sichtbarer Schimmel, Schimmelgeruch und das Auftreten von Wasserschäden, Rohrbrüchen oder Sickerwasser. Zur Bestätigung eines Verdachts in Bezug auf Innenfeuchtigkeit und Mikrobewachstum können gründliche Inspektionen und ggf. geeignete Messungen erforderlich sein.
- Da sich die Beziehungen zwischen Feuchtigkeit, Mikrobebelastung und gesundheitlichen Auswirkungen nicht präzise quantifizieren lassen, können auch keine quantitativen Richt- oder Schwellenwerte für ein gesundheitlich akzeptables Niveau der Kontamination mit Mikroorganismen abgegeben werden. Stattdessen wird empfohlen, gegen die Feuchtigkeit vorzugehen und den durch Schimmel entstehenden Problemen vorzubeugen. Wo Feuchtigkeit und Schimmel auftreten, sollte dagegen vorgegangen werden, damit nicht das Risiko einer gesundheitsgefährdenden Exposition gegenüber Mikroben und Chemikalien steigt.
- Gut geplante, gebaute und instandgehaltene Gebäudehüllen sind eine wesentliche Voraussetzung für die Vermeidung und Kontrolle von überhöhter Feuchtigkeit und Mikrobewachstum, denn sie vermeiden Wärmebrücken und das Eintreten von flüssigem oder gasförmigem Wasser. Feuchtigkeitsmanagement erfordert eine sachgemäße Steuerung von Temperatur und Belüftung, um das Vorkommen von überhöhter Feuchtigkeit, Oberflächenkondensation und eine überhöhte Durchfeuchtung der Materialien zu verhindern. Alle Räume sollten wirksam gelüftet werden, und Zonen mit Luftstillstand sollten vermieden werden.
- Es ist Aufgabe der Gebäudeeigentümer, durch geeignete Bauweise und Instandhaltungsmaßnahmen ein gesundes, von überhöhter Feuchtigkeit und Schimmel freies Arbeits-

- bzw. Wohnumfeld bereitzustellen. Die sich in den Gebäuden aufhaltenden Menschen sind verantwortlich für den Einsatz von Wasser, Heizung, Lüftung und Geräten in einer Weise, die nicht zu Feuchtigkeit und damit Schimmelwachstum führt. Örtliche Empfehlungen für klimatisch verschiedene Regionen sollten so aktualisiert werden, dass durch Feuchtigkeit begünstigtes Mikrobewachstum in Gebäuden kontrolliert und eine erstrebenswerte Innenraumluftqualität erreicht wird.
- Feuchtigkeit und Schimmel treten besonders häufig in schlecht erhaltenen Gebäuden mit Bewohnern niedrigen Einkommens auf. Die Sanierung solcher gesundheitsschädigender Gebäude sollte Priorität erhalten, um eine zusätzliche Gesundheitsbelastung von Bevölkerungsgruppen zu vermeiden, die bereits unter einer höheren Krankheitslast leiden.

Die Richtlinien sind für den weltweiten Einsatz zum Schutz der öffentlichen Gesundheit unter verschiedenen Umwelt-, Gesellschafts- und Wirtschaftsbedingungen und zum Erreichen einer optimalen Innenraumluftqualität gedacht. Sie konzentrieren sich auf Gebäudemerkmale, die das Auftreten negativer gesundheitlicher Auswirkungen in Verbindung mit Feuchtigkeit oder Schimmel verhindern können. Die Leitlinien beziehen sich auf unterschiedliche Stadien der wirtschaftlichen Entwicklung und verschiedene klimatische Bedingungen, sie erfassen alle betroffenen Bevölkerungsgruppen und regen umsetzbare Schritte zur Verringerung der Gesundheitsrisiken durch Feuchtigkeit und mikrobielle Kontamination an. Sowohl private als auch öffentliche Gebäude (z. B. Büros und Pflegeheime) sind hiervon umfasst, denn Feuchtigkeit und Schimmel können überall auftreten. Demgegenüber werden Innenräume mit besonderen Produktionsprozessen und Krankenhäuser mit Hochrisikopatienten oder anderen Quellen für eine Belastung durch Krankheitserreger nicht berücksichtigt.

Die Leitlinien geben zwar Ziele für ein Qualitätsmanagement der Innenraumluft an, enthalten aber keine Anweisungen zum Erreichen dieser Ziele. Die konkret erforderlichen Aktionen und Indikatoren hängen jeweils von den örtlichen Gegebenheiten und dem Entwicklungsstand der Gesellschaft sowie ihren humanen Kapazitäten und Ressourcen ab. Die von der WHO empfohlenen Leitlinien erkennen diese Heterogenität an. Bei der Formulierung ihrer Ziele und den jeweiligen politischen Maßnahmen sollten die Regierungen örtliche Gegebenheiten berücksichtigen und Maßnahmen wählen, die ein Erreichen der gesundheitlichen Ziele auf die wirksamste Weise sichern.