

# Eine Schimmelpilzbildung in Wohn- und Arbeitsräumen kann verhindert werden

Michael Aurich

**Die Schimmelpilzbildung in Innenräumen beschäftigt seit 20 bis 30 Jahren Gutachter, Rechtsgelehrte, Sanierungsfirmen, Forscher und vor allem die Nutzer der Räume. Es wird gestritten, wer schuld ist und es wird viel saniert. Immer neue Methoden kommen auf den Markt und versprechen die Lösung aller Probleme: Wärmedämmungen außen und innen, dichte Fenster mit Lüftungsschlitz, Lüftungsanlagen, Farben und Tapeten mit Fungiziden, Nano-Silber oder Titandioxid und Desinfektionsmittel.**

**In diesem Beitrag werden Erkenntnisse und bewährte Lösungsvorschlägen aus der Praxis zur Schimmelpilzvermeidung in Innenräumen vorgestellt.**

## Einführung

Grundsätzlich ist festzustellen, dass es Schimmelpilzsporen überall in der Natur und so auch in unserer Atemluft gibt. Aus Gründen der gesundheitlichen Vorsorge sollten sie sich jedoch in Innenräumen nicht vermehren. Schimmelpilze entwickeln nicht nur Sporen, sondern auch leichtflüchtige organische Verbindungen (MVOC) und z.T. auch toxische Ausscheidungen, sog. Mykotoxine, die dann in die Raumluft gelangen. Das von Schimmelpilzen ausgehende Gefährdungspotential für die menschliche Gesundheit bezieht sich auf

- Mykosen, wenn Pilze direkt auf oder im menschlichen Körper wachsen,
- Allergische Reaktionen,
- Mykotoxikosen, wenn Mykotoxine zu Vergiftungen führen (1),
- Infektionen.

Folgende Voraussetzungen sind für ein Schimmelpilzwachstum in Innenräumen notwendig:

- Eine passende Temperatur: ist in Innenräumen im Prinzip vorhanden,
- Ein Nährboden: Schimmel lebt von organischen und chemisch sauren Stoffen,
- Genügend Feuchtigkeit: diese kann durch Bau- und Leitungswasserschäden sowie durch auf Oberflächen kondensierendes Wasser entstehen.

Letztendlich geben die Voraussetzungen für ein Schimmelpilzwachstum auch Hinweise auf Änderungen der (Wohn-)Gebäude und der Lebensweise der Menschen. Die Gebäude werden heutzutage luftdichter errichtet, es gibt zahlreiche organische Baustoffe und -produkte und fast überall sind zentral betriebene Konvektionsheizsysteme eingebaut worden.

Auch die Lebensgewohnheiten der Menschen haben sich geändert. Es wird mehr geduscht und gebadet und in vielen Wohnungen wird die Wäsche getrocknet. Wenn dann womöglich aus Gründen der Energieeinsparung zu wenig gelüftet wird, ist es nur eine Frage der Zeit, bis der Schimmel wächst.

## Lebensgrundlagen der Schimmelpilze

### Lebensgrundlage Temperatur

Schimmelpilze können bei Temperaturen von 0 °C bis 60 °C wachsen (1). Weil unsere Innenraumtemperaturen ebenfalls in diesem Bereich liegen müssen, kann an der Stellschraube „Temperatur“ nichts geändert werden.

### Lebensgrundlage Nährboden

Der Nährboden der Schimmelpilze kann allerdings sehr wohl beeinflusst werden. Wenn rein mineralische, chemisch basische Materialien, Putze und Farben verwendet werden, wird dem Schimmelpilz im Grunde kein Nährboden angeboten. Denn

Schimmelpilze leben im Wesentlichen von organischen, chemisch sauren Stoffen. Das können z.B. Kunststoffe in entsprechenden Farben, Klebern und die Zellulose von Tapeten und Gipskarton sein.

Deshalb sollte in Bereichen, die kalt und durch Kondenswasser feucht werden können, auf Tapeten und Gipskarton verzichtet werden, wie z.B. bei Fensterleibungen und Außenwänden. Zu beachten ist, dass Schimmelpilze auch auf der Rückseite von Tapeten und Gipskarton wachsen können.

Folgende Materialien sind deshalb für die Innenraumgestaltung zu empfehlen:

- Kalkputze und -farben,
- Lehmputze und -farben,
- Silikatputze und -farben,
- Vollholz.

Allerdings gibt es auch Schimmelpilze, die auf mineralischen und chemisch basischen Stoffen wachsen können. So kann z.B. der *Aspergillus niger* bei einem pH-Wert zwischen 1,5–9,8 existieren. Jedoch hatten die Aspergillus-Inseln ihre Entstehung auf dem basischen Untergrund wohl massiven Staubablagerungen zu verdanken (2). Denn Staub, Fette und Öle sind ebenfalls ein Nährboden für Schimmel. Deshalb spielt auch die Sauberkeit in Räumen eine gewisse Rolle. Die Wahrscheinlichkeit eines Schimmelpilzbefalls auf mineralisch, chemisch basischen Oberflächen ist in jedem Fall wesentlich geringer, als bei einem rein sauren, organischen Nährboden. Zur Vorbeugung gegen Schimmelbefall sind demnach rein mineralische und chemisch basische Materialien zu bevorzugen (Abb. 1).



Abb. 1: Fensterleibung im Schlafzimmer mit Kalkputz und reiner Silikatfarbe – ohne Schimmel, obwohl das Fenster oft gekippt ist, nicht geheizt wird und die Türen bis einschließlich Küche häufig offen stehen

Temperatur	Luftfeuchtigkeit			
	100 %	80 %	50 %	30 %
30 °C	4224 Pa	3379 Pa	2112 Pa	1267 Pa
25 °C	3169 Pa	2535 Pa	1585 Pa	951 Pa
20 °C	2340 Pa	1872 Pa	1170 Pa	702 Pa
15 °C	1706 Pa	1365 Pa	853 Pa	512 Pa
10 °C	1228 Pa	982 Pa	614 Pa	368 Pa
5 °C	872 Pa	698 Pa	436 Pa	262 Pa
0 °C	611 Pa	489 Pa	306 Pa	183 Pa
-5 °C	401 Pa	321 Pa	201 Pa	120 Pa
-10 °C	260 Pa	208 Pa	130 Pa	78 Pa

Tab. 1: Wasserdampfpartikeldruck bei unterschiedlichen Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten (Quelle: Fernlehrgang Baubiologie IBN (3))

## Lebensgrundlage Feuchtigkeit

Einen Teil der Luftfeuchtigkeit in Innenräumen produzieren die Bewohner selbst mit ihrem Körper und aufgrund ihrer Lebensgewohnheiten. Das war schon immer so, daran hat sich nichts geändert. Geändert haben sich insbesondere in den letzten Jahrzehnten die Dichtheit der Fenster und die Art der Heizung. Durch nicht völlig dichte Fenster konnte die Luftfeuchtigkeit früher 24 Stunden am Tag entweichen und das auch bei Abwesenheit der Bewohner und geschlossenen Fenstern.

Der Grund hierfür ist der Wasserdampfpartikeldruckausgleich. Der Wasserdampf wandert immer vom höheren zum niedrigeren Druck.

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass der Wasserdampf z.B. bei 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit innen sowie 5 °C Außenlufttemperatur und Regen (100 % relative Luftfeuchtigkeit) nach draußen wandert. Wir brauchen also Fenster, die durch geeignete Öffnungen den natürlichen Wasserdampftransport nicht behindern, sondern unabhängig vom Bewohnerverhalten ständig ermöglichen.

Eine Wasserdampfdiffusion findet auch durch Baustoffe statt, jedoch für die Wohnverhältnisse nicht im ausreichenden Maß. Die sprichwörtlich „atmende“ Wand gibt es nicht. Durch eine Wand kann Feuchtigkeit diffundieren und die Baustoffe können Feuchtigkeit puffern, das heißt bei hoher Luftfeuchtigkeit Feuchtigkeit aufnehmen und bei niedriger Luftfeuchtigkeit wieder abgeben. Für die Dimensionen beider Vorgänge sind die Eigenschaften der verwendeten Materialien entscheidend.

Nicht nur Fenster und Baustoffe haben sich geändert, sondern auch die Heizsysteme. Früher standen Öfen in den Wohnungen, die durch ihren Sauerstoffverbrauch automatisch für einen Luftwechsel gesorgt haben.

Die geänderten, insbesondere dichten Verhältnisse behindern nun das natürliche Entweichen der Luftfeuchtigkeit und anderer Gase, wie z.B. des von uns ausgeatmeten CO<sub>2</sub>, möglicher Luftschadstoffe und des aus dem Untergrund aufsteigenden Radons. Deshalb müssen die Nutzer mehr intensiv und richtig lüften.

Wenn nicht ausreichend gelüftet wird, reichert sich nicht nur die Luft, sondern auch die Raumbühle und das Mobiliar mit Feuchtigkeit an.

Eine hohe Feuchtigkeit führt nach dem Lüften wieder zu einem schnellen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit im Raum. Wenn z. B. bei geschlossenen Fenstern geschlafen wird, wird mit einem einmaligen kurzen Lüften am Morgen nur die Feuchtigkeit aus der Luft abgeleitet, die dann aus den Baumaterialien und Gegenständen herausströmende Feuchtigkeit jedoch nicht oder nicht ausreichend. Wenn weiteres Lüften unterbleibt, kann sich die Feuchtigkeit im Raum mit der Zeit immer weiter anreichern. So wird im Übrigen auch ein idealer Lebensraum für Milben geschaffen.

Weil die Außenluft im Frühling und Herbst wärmer und feuchter ist als die kalte trockene Winterluft, muss in der Übergangszeit mehr und intensiver gelüftet werden als in den üblicherweise kalten Monaten Januar und Februar. Die Bewohner und Nutzer können die Luftfeuchtigkeit im Raum mit einem funktionsfähigen Hygrometer überwachen.

Baubiologen empfehlen, eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 60 % am Besten um 50 % (bei ca. 20 °C Innenlufttemperatur) dauerhaft einzuhalten. Wenn die Luft etwas kühler ist, ist es noch besser. Denn eine kältere Luft ist trockener als eine warme Luft und eine kühle trockene Luft gesünder als eine warme feuchte Luft.

Auskunft über den Wassergehalt der Luft bei unterschiedlichen Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten gibt Tab. 2.

Die Baunormung geht im Raum von einer Lufttemperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % innen aus. Daraus ergibt sich eine absolute Feuchte in der Luft von 8,66 g/m<sup>3</sup> Luft. Wenn diese Luft auf eine Wand mit ca. 9 °C Oberflächen-

Temperatur °C	relative Luftfeuchtigkeit ( % )						
	30	40	50	60	70	80	100
8	2,48	3,31	4,14	4,97	5,80	6,62	8,26
9	2,65	3,53	4,42	5,30	6,18	7,06	8,83
10	2,82	3,76	4,71	5,65	6,59	7,53	9,41
11	3,01	4,01	5,01	6,01	7,01	8,02	10,02
12	3,20	4,27	5,34	6,40	7,47	8,54	10,67
13	3,41	4,54	5,68	6,82	7,95	9,09	11,36
14	3,62	4,83	6,04	7,25	8,46	9,66	12,08
15	3,85	5,14	6,42	7,70	8,99	10,27	12,84
16	4,10	5,46	6,83	8,19	9,56	10,92	13,65
17	4,35	5,80	7,25	8,70	10,15	11,60	14,50
18	4,62	6,16	7,70	9,23	10,77	12,31	15,39
19	4,90	6,53	8,16	9,79	11,42	13,06	16,32
20	5,20	6,93	8,66	10,39	12,12	13,86	17,32
21	5,51	7,34	9,18	11,01	12,85	14,68	18,35
22	5,93	7,78	9,72	11,66	13,61	15,55	19,44
absolute Luftfeuchtigkeit in g / m <sup>3</sup>							

Tab. 2: Wassergehalt der Luft bei unterschiedlichen Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten (Quelle: Aufbauseminar Luft IBN (1))

temperatur trifft, beginnt die Luftfeuchtigkeit dort zu kondensieren, weil die Taupunkttemperatur und eine relative Luftfeuchtigkeit von 100 % erreicht ist. Die Wand wird feucht. Ist ein passender Nährboden vorhanden, kann ein Schimmelpilzbefall entstehen.

Schimmelpilze brauchen für ihre weitere Entwicklung nicht unbedingt Kondenswasser. Den meisten Schimmelpilzen reichen ca. 80 % relative Luftfeuchtigkeit auf dem Nährboden, das wären ca. 12,6 °C Oberflächentemperatur und einigen sogar 65 % relative Luftfeuchtigkeit, das wären dann ca. 15,5 °C Oberflächentemperatur. Hiermit wird deutlich, dass es eigentlich in fast jedem Raum Schimmel geben könnte.

Möbel an Außenwänden z. B. verhindern das ausreichende Erwärmen der Wandoberfläche, so dass diese Flächen kälter werden als die Wandfläche ohne Möbel.

Außenecken sind generell kritische Bereiche und werden auch als geometrische Wärmebrücken bezeichnet. Weiterhin ist zu beachten, dass bei Konvektionsheizsystemen nicht ausreichend genügend warme Luft in die Ecken gelangen kann. Als Lösung können runde Ecken und/oder Strahlungsheizsysteme empfohlen werden.

Aufgrund der Feuchteproblematik ist es wichtig, für eine möglichst dauerhaft niedrige Luftfeuchtigkeit zu sorgen und dem Schimmelpilz keinen Nährboden zu bieten.

Allerdings entsteht mit zu trockener Luft bei Konvektionsheizsystemen ein neues Problem. Konvektionsheizsysteme erwärmen unsere Atemluft und lassen so die relative Luftfeuchtigkeit sinken. Unter 40 % relativer Luftfeuchtigkeit (bei ca. 20 °C) wird aber auch der Staub sehr trocken. Es kommt so zu einer noch stärkeren Staubverwirbelung als sowieso schon bei Konvektionsheizsystemen. Sind dann auch noch Kunststoffe an Wänden und Decken vorhanden – wie z.B. Kunststofffarben oder -tapeten und Böden, wie z.B. PVC oder Synthetikteppiche oder auch Möbel mit Kunststoffbeschichtungen oder -bezügen – laden sich diese durch die Luftströmung noch mehr elektrostatisch auf. Die Luftelektrizität in der Raumluft steigt.

Zur Lösung bieten sich mineralische Putze und Farben sowie Strahlungsheizsysteme an.

Zum Thema Feuchtigkeit gehören unbedingt auch die Problematik der Neubaufeuchte, der Bau- und Leitungswasserschäden sowie Baumängel:

- Ein neu bebautes oder saniertes Gebäude enthält in der Regel sehr viel Wasser, das erst wieder aus den Baustoffen entweichen muss. Das vollständige Austrocknen kann Monate oder Jahre dauern. Deshalb ist es ratsam, Gebäude wie früher überwintern und so austrocknen zu lassen. Das kostet ein paar Monate Kaltmiete, schafft aber eine gewisse Sicherheit für die Gesundheit. Erspart werden Kosten und Ärger wegen eventuell erforderlich werdender Sanierungen.
- Bau- und Leitungswasserschäden müssen schnellstmöglich und vollständig beseitigt werden. Wasserschäden nur zu trocknen und zu desinfizieren ist meist nicht ausreichend.
- Baumängel, wie z. B. eine fehlende Schwitzwasserisolierung an Kaltwasserleitungen oder eine undichte Dampfbremse können zu einer Kondenswasserbildung führen. So etwas kann sich auch im Verborgenen entwickeln und erst in Erscheinung treten, wenn der Schaden schon groß ist.



Abb. 2: Ausgebaute Gipskartonplatten mit einer massiven Schimmelpilzbildung auf der Rückseite

## Schimmelpilzbildung im Verborgenen

Schimmelpilze müssen nicht in jedem Fall sichtbar sein. An zwei Beispielen soll die Problematik des „unsichtbaren“ Schimmels verdeutlicht werden.

### Fallbeispiel 1:

In Folge eines ehemals undichten Flachdaches war Wasser in ein Gebäude eingedrungen und auf der Rückseite einer Gipskartonverkleidung abgelaufen. Dort war infolge des vorhandenen Nährbodens Zellulose und der Nässe eine massive Schimmelpilzbildung entstanden (Abb. 2). Vertreten war auch der gefährliche Schimmelpilz *Stachybotrys chartarum*. Auf der Innenseite der Gipskartonplatten und der Tapete war nichts zu erkennen. Die Bewohnerin war an Asthma und Depressionen erkrankt. Einen Hinweis auf einen Schimmelpilzbefall hatte eine Luftkeimsammlung und deren Auswertung im Labor ergeben.

### Fallbeispiel 2:

Ursache war hier eine nicht vorhandene Schwitzwasserisolierung, die bei der Gebäudesanierung an einer Kaltwasserleitung vergessen wurde. Diese Leitung befand sich in einer Trockenbauwand in ca. einem Meter Höhe und war mit Mineralwolle umhüllt. Ungefähr drei Jahre nach der Sanierung entstand in der Küche dieser Wohnung eine große Pfütze. Über Jahre hatte sich das an der Leitung entstandene Kondenswasser in der Mineralwolle und den Gipskartonplatten angereichert, bis es unten angekommen war. Das Resultat war ein massiver Schimmelpilzbefall auf der Rückseite der Gipskartonplatten und an der Mineralwolle.

Aus Gründen der Prävention sollten steile Dächer, die das Wasser nach außen ableiten und Wasserleitungen, die sichtbar oder wenigstens kontrollierbar sind, bevorzugt werden. Außerdem sollten die Flächen hinter und unter Wannen gefliest und verfugt sein. Wenn dann noch unten eine Revisionsöffnung mit einer unten offenen Fuge eingebaut ist, kann auslaufendes Wasser schnell erkannt werden und keinen weiteren Schaden anrichten.

Wichtig ist auch eine ordnungsgemäße Bauüberwachung von Neubauten oder Sanierungen. Jeder Bau ist ein Unikat, es gibt keinen Probelauf und auch gute Handwerker können Fehler machen.

## Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen sollen den Luftaustausch sicherstellen, der durch zu geringen Luftaustausch, wegen zu dichten Fenstern und zu wenig Lüften der Bewohner zu Problemen führen kann.

Untersuchungen haben ergeben, dass sich in Räumen mit Lüftungsanlagen die Schimmelpilzsporenanzahl zwar nicht erhöht, es jedoch zu einer Änderung des Artenspektrums kommen kann. Es wurden dabei auch gefährliche Arten wie z. B. *Aspergillus niger* und *Aspergillus glaucus series* nachgewiesen (4).

Die Lüftungs- und Klimaanlage müssen auch deshalb regelmäßig gereinigt und gewartet werden. Ansonsten können sie verkeimen und verdrecken.

Weitere Folgen der Lüftungsanlagen sind Luftströmungen im Raum. Die Luftströmung in den Kanälen führt zur Reibung der Luft und des Staubes im Lüftungssystem und zum Entladen der für eine gesunde Atemluft wichtigen Kleinionen. Eine mögliche Staub- und Feinstaubbelastung im Raum muss ebenfalls beachtet werden. Deshalb sollten Lüftungsanlagen nur dort zum Einsatz kommen, wo sie wirklich erforderlich sind. Mindestens Wohnungen sollten frei von Lüftungsanlagen sein, ebenso auch Kindergärten, Schulen etc. Vertretbar sind sie z. B. in Einkaufszentren und Bürohochhäusern.

## Strahlungsheizsysteme - ein humanes Heizsystem

Strahlungsheizsysteme haben viele Vorteile. Sie erwärmen nicht wie Konvektionsheizsysteme die Luft, sondern Oberflächen (Abb. 3 und 4). Unsere Atemluft kann somit kühler und trockener sein, weil auch die Luftverwirbelung minimiert ist.

Oberflächen werden wärmer als die Luft und so kommt es dort auch nicht zu einer Kondenswasserbildung an den Oberflächen.

Die warmen Oberflächen geben die Wärme an die Luft ab und so wird auch die Feuchtigkeit aus den Materialien abgeleitet. Die Oberflächen und Materialien werden trocken und trockene Oberflächen können nicht schimmeln.

Außerdem kann Strahlungswärme alle Oberflächen gleichmäßig erwärmen, so dass es zu keinen unterschiedlich warmen Luftschichten kommt. Die Luftströmung infolge warmer Luft oben und kalter Luft unten und die damit verbundene Staubverwirbelung ist dann kein Problem mehr.

Energetisch sind Strahlungsheizsysteme ebenfalls besser. Trockene Materialien dämmen besser als feuchte und der Austausch kühlerer Luft spart Wärmeenergie beim Lüften.

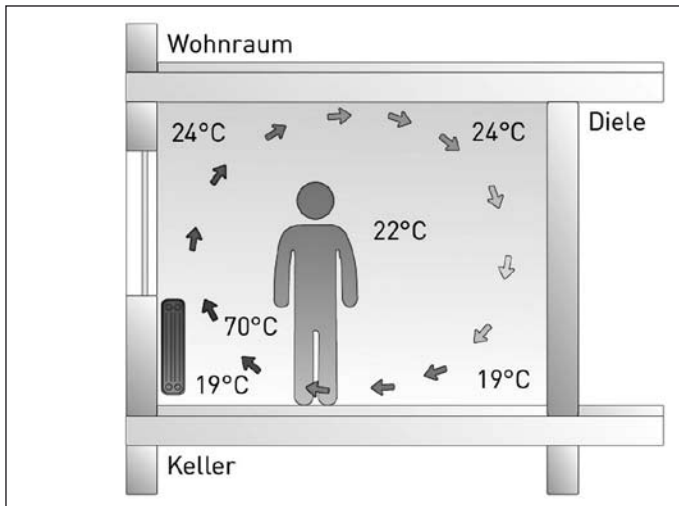


Abb. 3: Wirkprinzip und Lufttemperatur bei einer Konvektionsheizung (5)

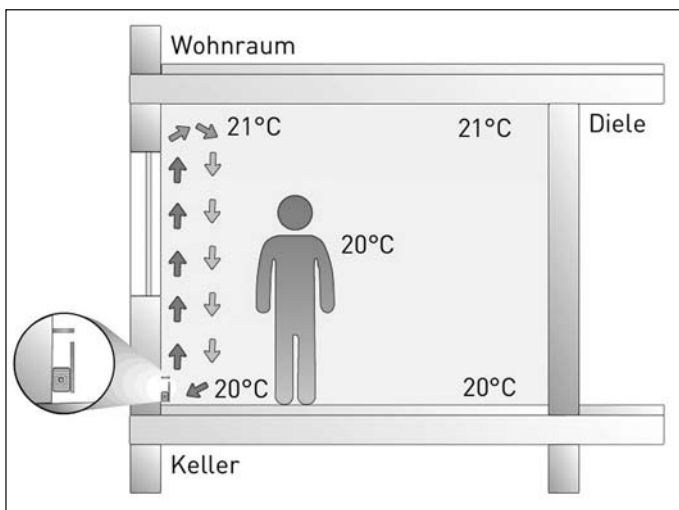


Abb. 4: Wirkprinzip und Lufttemperatur beim Strahlungsheizsystem Fußleistenheizung (5)

gespart. Gemeint sind Energieeinsparmaßnahmen, die von der Herstellung über Betrieb, Wartung bis zur Entsorgung letztlich mehr Energie verbrauchen als sie einsparen.

Eine Verwissenschaftlichung natürlicher Vorgänge und das Schaffen immer neuer künstlicher Lösungen nützt dem gesunden und vor allem kranken Menschen wahrscheinlich nicht viel. Wir sollten mehr Respekt und Achtung vor den natürlichen Vorgängen haben und sie nicht mit aller Macht verändern. Der natürliche Luftwechsel, Fenster, die ein Öffnen möglich machen, Putze und Farben, die nicht schimmeln können und trotzdem ohne Chemie sind, Strahlungsheizsysteme, die wie die Sonne wirken, dienen der Gesundheit der Menschen.

Beim Bauen und Sanieren sollten wir uns an eine Grundregel halten, die u.a. in der Sächsischen Bauordnung wie folgt steht (6): „Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben und Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden.“

Erhalten wir uns also die natürlichen Lebensgrundlagen!

#### Kontakt:

Bausachverständigenbüro  
Dipl.- Ing. Michael Aurich  
Baubiologische Beratungsstelle IBN  
Baubiologischer Messtechniker IBN  
Stollberger Straße 123 c  
09119 Chemnitz  
Tel.: 0371-2801539  
Fax: 0371-2820593  
E-Mail: MWB.Aurich@t-online.de

#### Nachweise

- (1) INSTITUT FÜR BAUBIOLOGIE UND ÖKOLOGIE NEUBEUERN - IBN (2004): Aufbauseminar Luft.
- (2) INSTITUT FÜR ANGEWANDTE MYKOLOGIE UND HYGIENE – IAM (2010): mdl. Mitteilung, 22.7.2010.
- (3) INSTITUT FÜR BAUBIOLOGIE UND ÖKOLOGIE NEUBEUERN - IBN (2003): Fernlehrgang Baubiologie.
- (4) LEIMER, H.-P. (2005): Bauen – Wohnen – Gesundheit, WTA – Publications Heft 27: 2-35.
- (5) VARIO THERM HEIZSYSTEME GMBH (o.J.). Planungshandbuch 24607.
- (6) ANONYM (2010): Sächsische Bauordnung (SächsBO), Saxonia Verlag für Recht, Wirtschaft und Kultur GmbH, Dresden

## Resümee

Eine Schimmelpilzbildung in Wohn- und Arbeitsräumen kann im Wesentlichen verhindert werden, wenn

- massive Bauweisen mit mineralischen Baustoffen, Putzen und Farben,
- Fenster, die nicht völlig dicht sind, und
- Strahlungsheizsysteme verwendet werden;
- Wasserleitungen sichtbar und/oder kontrollierbar verlegt sind, sowie
- für einen ausreichenden Luftwechsel durch Lüften gesorgt wird.

Weitere positive Effekte dieser Empfehlungen sind:

- mineralische Baustoffe gasen keine Schadstoffe aus,
- die Atemluft bleibt kühl und trocken und somit gesünder,
- Energie wird gespart, weil die Luft kühler sein kann und trockene Wände besser dämmen,
- Rohstoffe und Energie, die für die Herstellung und Verarbeitung „energieeinsparender“ Maßnahmen benötigt werden, werden