

Feuchteschäden in Gebäuden

Wachsende Feuchteschäden durch Kondensatbildung

Die zugelassenen Baustoffe werden immer moderner und einfacher in ihrer Handhabung. Alle Hersteller bekunden, dass ihre Produkte unbedenklich gegenüber Gesundheitsschäden sind. Trotzdem hat in den letzten zwanzig Jahren die Belastung durch Schimmelpilze drastisch zugenommen. Einer unabhängigen Studie der Friedrich-Schiller-Uni Jena zufolge leben mehr als 15 Millionen Bundesbürger unfreiwillig Tür an Tür mit Schimmelpilzen auf engstem Raum zusammen. Das entspricht ungefähr sieben Millionen Wohnungen. Hauptursache hierfür ist die zu hohe Luftfeuchtigkeit in den Wohnräumen.

Wer bisher glaubte, die häufigste auftretende Art der Feuchtigkeit sei die aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Erdreich, der irrt. Selbst viele Fachleute unterliegen dieser Fehlinterpretation bisweilen. Eine Reihe von Untersuchungen und Studien über Jahrzehnte hinweg zeigt deutlich, dass zwei Drittel der vorhandenen Feuchteschäden auf Kondensation oder andere Feuchtigkeitsquellen (eindringendes Regenwasser, defekte oder verstopfte Dach- und Regenrinnen sowie schadhafte Wasserleitungen) zurückzuführen sind. Lediglich ein Drittel aller Feuchtigkeitsschäden haben die aufsteigende Feuchtigkeit als Entstehungsherd.

Wie arglistig Feuchteschäden sein können, belegen viele Praxisbeispiele nur zu gut. Denn in jedem Haus gibt es irgendwo feuchte Stellen. Oftmals erscheinen sie im Winter und verschwinden im darauffolgenden Sommer von selbst, ohne Schaden anzurichten. Sehr oft stecken ganz normale physikalische Gesetzmäßigkeiten dahinter.

Das Problem vieler Feuchteschäden ist, man kann sie nicht sehen. Sieht man sie, kann es schon zu spät sein. Jeder Hauseigentümer sollte deshalb regelmäßig sein Haus auf Feuchtigkeit überprüfen bzw. untersuchen lassen, dass gar nicht erst größere Schäden entstehen können. Feuchtigkeitsmessgeräte oder die Hinzuziehung von Fachpersonal sichern die Erkenntnisse.

Feuchtigkeitsursache – Wasserdampf

Wie entsteht Wasserdampf?

Luft hat die natürliche Eigenschaft, sich mehr oder weniger mit Wasser, also dem Wasserdampf, zu verbinden. Je höher die Lufttemperatur ist, umso größer ist die Aufnahmefähigkeit der Luft. Das bedeutet wiederum, dass sich die Luft an kalten Flächen im Gebäude, zum Beispiel an Außenwänden, Fenstern und Außenwand-Ecken, abkühlt und der Wasserdampf in Form von Kondensat (Tauwasser oder Wassertropfen) niederschlägt. Am so genannten Taupunkt wird aus Wasserdampf das Tauwasser.

Relative Luftfeuchte

Unter der relativen Luftfeuchte ist das Verhältnis der tatsächlich enthaltenen zur maximal möglichen Masse des Wasserdampfes in der Luft zu verstehen. Am Beispiel erläutert heißt das: Bei einer Raumtemperatur von 20 Grad Celsius nimmt ein Kubikmeter Luft 17 Gramm Wasserdampf auf. Die relative Luftfeuchte beträgt 100 Prozent. Bei einer Raumtemperatur von 10 Grad Celsius nimmt ein Kubikmeter Luft nur noch 9 Gramm Wasserdampf auf. Die Luftfeuchte beträgt aber auch 100 Prozent.

Luft- und Winddichtigkeit

Da die Luft- und Winddichtigkeit der Gebäudehülle unterschiedlich ausgebildet ist, haben beide einen entscheidenden Einfluss auf die Feuchtebelastung der einzelnen Bauteile. Diesbezügliche Schwachstellen (Wärme- bzw. Kältebrücken, Materialwechsel) verschärfen die Gefahr von Wasserdampfkondensaten in den Bauteilen oder konzentrieren den Tauwasseranfall auf die kritischen Stellen.

Kapillarverhalten der Baustoffe

Da nahezu alle unsere Baustoffe (Beton, Ziegel, Mörtel, Holz und Estrich) über ihre Kapillarstrukturen Wasser aufnehmen können, ist eine ständige Wasseraufnahme bzw. Wasserabgabe gesichert. Und

zwar je nach Höhe der relativen Luftfeuchtigkeit ihrer Umgebung. Das Material ist also immer bestrebt, ein vom Wasserdampfgehalt der Luft abhängiges Feuchtigkeitsniveau aufzunehmen. Der Fachmann spricht in diesem Zusammenhang vom Feuchtegleichgewicht.

Der Gleichgewichtswert ist obendrein für fast alle Baustoffe unterschiedlich. Mehr noch, sogar von Mauerstein zu Mauerstein und Mörtelschicht zu Mörtelschicht unterschiedlich.

Die prozentuale Feuchte eines Materials wird nach dem Darr-Prinzip bestimmt und nach folgender Gleichung errechnet:

$$\frac{\text{Nassgewicht} - \text{Trockengewicht}}{\text{Trockengewicht}} \times 100$$

Die Folge daraus ist, dass ein schweres Material eine viel geringere prozentuale Feuchte aufweist als ein leichtes Material, obwohl es die gleiche Menge an Wasser gespeichert hat.

Interessant wird es bei mehrschichtigen Wandaufbauten, zum Beispiel bestehend aus Mauerstein, Dämmplatte und Putz, die aus drei verschiedenen Materialien bestehen. Wenn diese Wand durchfeuchtet wird, nehmen alle Materialien soviel Feuchtigkeit auf, bis sich ein Feuchtegleichgewicht eingestellt hat. Jedes Material verfügt letztendlich über einen höheren prozentualen Feuchtigkeitsgehalt, der aber nach wie vor von Material zu Material unterschiedlich ist. Bleibt die Luftfeuchtigkeit gleich, werden die Baustoffe langsam Feuchtigkeit abgeben und austrocknen.

Wird die gleiche Wand feucht und die Luftfeuchtigkeit erhöht sich ebenfalls, stellt sich ein erhöhtes Feuchtegleichgewicht ein, ohne dass die Materialien austrocknen. Ihre prozentuale Feuchtigkeit bleibt auf einem unterschiedlich hohen Niveau. Anhand dieser Fakten wird schnell ersichtlich, dass es wenig Sinn macht, für eine mehrschichtige Wand einen gemeinsamen prozentualen Feuchtigkeitsgehalt anzugeben. Eine Ausnahme bildet Holz.

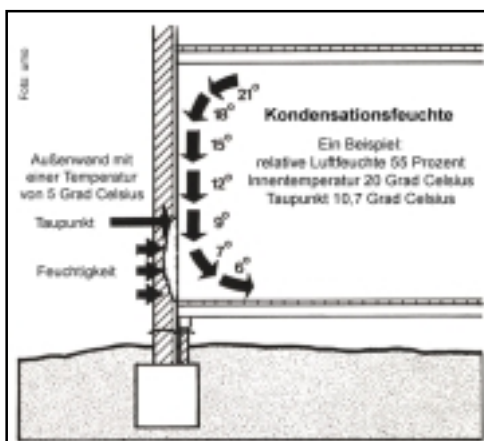
Aussagekräftiger wird beispielsweise folgende Aussage: Befindet sich eine Konstruktion mit einer bestimmten relativen Feuchte im Feuchtigkeitsgleichgewicht, dann kann man daraus schlussfolgern, ob sich zum Beispiel Schimmel oder Holzschwamm oder Ähnliches entfalten können.

Die Fachwelt benutzt den Begriff feucht für ein Material erst dann, wenn es feuchter als lufttrocken ist. Lufttrocken wiederum ist ein Material in einem bewohnten Raum, in dem eine relative Luftfeuchtigkeit von maximal 70 Prozent vorherrscht.

Die kleinen Winzlinge wie Pilze, Milben und Hausschwamm gedeihen übrigens am besten zwischen 75 und 85 Prozent relativer Luftfeuchte. Diesen Wert sollte man deshalb möglichst dauerhaft unterschreiten. Ganz einfach messbar mit einem Hygrometer. Der normale Bereich zwischen 40 und 70 Prozent sollte immer ablesbar sein.

Folgende Feuchtigkeitsarten entstehen durch dauerhaft überhöhte Luftfeuchtigkeit:

- Kondensationsfeuchte,
- Kondensbildung in Schornsteinen (auch als Versottung bezeichnet) sowie
- Feuchtigkeit in nicht unterkellerten Fußböden.



Kondensationsfeuchte

Insbesondere in den Wintermonaten schlägt sich Feuchtigkeit, die ja permanent in Form von Wasserdampf in der Luft enthalten ist, als so genanntes Tauwasser, an den kalten Oberflächen in einem Gebäude nieder. Oftmals wird diese Feuchte erst entdeckt, wenn sich bereits Schimmelpilze ausgebildet haben, und zwar an den am stärksten durchfeuchteten Stellen.

Bild 1: Kondensationsfeuchte, die an der Innenfläche (am Taupunkt) einer Außenwand entsteht, kann allzu schnell mit aufsteigender Feuchte verwechselt werden (Foto: umo)

Pilzbefall ist ein klares Zeichen für eine Tauwasseransammlung. Wissenschaftler haben herausgefunden, dass Schimmelpilze für ihre gesunde Entwicklung reines Wasser benötigen. Im Unterschied zu aufsteigender oder eindringender Feuchte ist das Tauwasser nicht durch Salze aus dem Erdreich oder aus der Bausubstanz ausgewaschene Substanzen verunreinigt.

Ungläubiges Staunen ereilt oftmals die Bewohner, wenn sie erfahren, welche großen Mengen an Tauwasser sich mit der Zeit ansammeln können. Oftmals ist die freie Sicht eingeschränkt, weil sich Bilder oder Schränke vor den Pilzkulturen befinden.

Die größte Gefahr der Tauwasserbildung zeigt sich in der Praxis im unteren Bereich von Außenwänden, weil es dort bekanntlich am kältesten ist. Ganz nach dem Motto: Die Wärme steigt nach oben. In der Regel breitet sich die Kondensatbildung von den Raumecken aus und wandert danach über die freie Wandfläche. Anhand dieses Phänomens ist es auch zu verstehen, dass die Tauwasserbildung schnell mit der aufsteigenden Feuchtigkeit verwechselt wird.

Zwei Größen geben Auskunft darüber, ob die Gefahr einer Tauwasserbildung gegeben ist:

- die relative Luftfeuchtigkeit und
- die Taupunkttemperatur.

Die Luft kann nicht unbegrenzt Wasser aufnehmen. Das Aunahmevermögen ist also limitiert. Die aufnehmbare Wasserdampfmenge hängt von der Temperatur der Luft ab. Hier gilt die bereits erwähnte Faustregel: Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasserdampf kann sie speichern; kalte Luft hingegen kann sehr wenig Wasserdampf aufnehmen.

Ursachen für Kondensationsfeuchte

Auch das Bauwerk kann neben der unsachgemäßen Nutzung die Kondenswasserbildung fördern. Beispiele hierfür sind:

- verstopfte Lüftungsschlitze bzw. –siebe an der Dach-Traufe,
- fehlende Querbelüftung im Dachstuhl,
- Kondensationsfeuchte im Flachdach wegen fehlender oder nicht funktionierender Dampfsperre,
- fehlende Lüftungsklappe für still gelegte Schornsteine,
- Tauwasserbildung durch Kältebrücken an einem massiven Beton-Fenster-Sturz und Rollladenkästen,
- Tauwasserbildung hinter Bildern und Schränken, insbesondere Einbauschränken, sowie in Ecken von Außenwänden aufgrund unzureichender Hinterlüftung bzw. Luftzirkulation,
- Kondenswasserbildung an den Fußpunkten von Außenwänden.

Wasserdampfsättigung

Irgendwann einmal hat die Luft soviel Wasser aufgesaugt, dass sie keines mehr aufnehmen kann. Sie ist sozusagen satt. Diesen Sättigungszustand hat jeder schon einmal erlebt. Die warme Luft erscheint muffig. Kühlere Luft, die wenig Wasserdampf enthält, erscheint hingegen frisch.

Die relative Luftfeuchte bedeutet also nichts anderes als der jeweilige Sättigungsgrad der Luft. Eine in Prozenten ausgedrückte Größe. 100 Prozent Luftfeuchte ist mit gesättigter Luft gleichzusetzen.

Tauwasser und Taupunkt

Kühlt man Luft soweit herunter, dass Tauwasser, Nebel oder Reif entsteht, erreicht die Luft irgendwann den Sättigungspunkt, der als Taupunkt bezeichnet wird.

Das Wissen über die Taupunkttemperatur ist von großer Bedeutung. Denn nur sie entscheidet, ob Kondensationsfeuchte vorliegt und wann sie entsteht. Der Feuchtegrad der Luft bestimmt den Taupunkt. Steigt nämlich die Wasserdampfmenge in der Luft, so steigt auch der Taupunkt.

Ganz wichtig für die tägliche Praxis: Je mehr Feuchtigkeit in einem bewohnten Raum erzeugt wird, egal, ob durch Mensch, Tier oder Pflanzen, desto eher wird der Taupunkt die Wandtemperatur erreichen bzw. überschreiten. Sinkt die Oberflächentemperatur der Wand unter den Taupunkt der Luft ab, wird die mit der Wand in Berührung kommende Luft abgekühlt. Hier schlägt sich dann das überschüssige Wasser als Tauwasser nieder. Die kalte Luft an der Wandoberfläche sinkt auf den

Boden und wird durch wärmere ersetzt, die sich wiederum bis zum Taupunkt abkühlt und so der Wand noch mehr Feuchtigkeit zuführt. Ein nicht enden wollender Kreislauf. Außer man tut etwas dagegen.

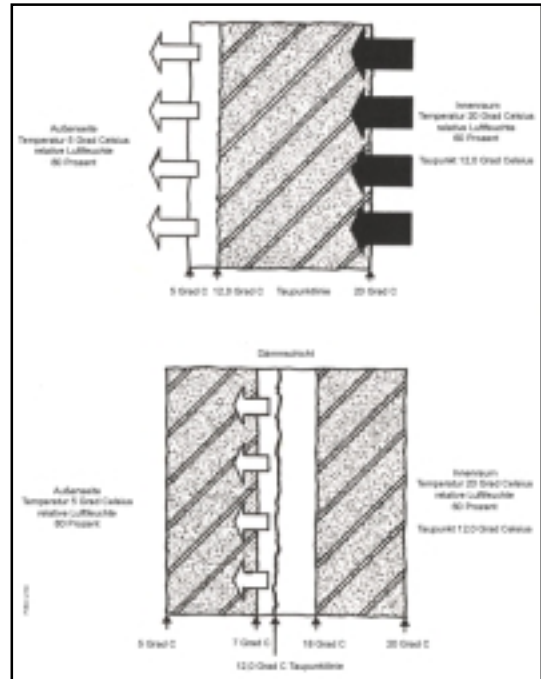
Bild 2: Kondenswasserbildung bei unterschiedlichen Wandkonstruktionen. Das untere Beispiel zeigt den Taupunkt direkt in der Dämmschicht. Die Dämmschicht wird feucht. Eine Dampfsperre an der warmen Seite der Wand verhindert die Tauwasserbildung im Wandinnern (Foto: umo)

Was muss man tun: Der einfachste und beste Weg ist, die Luftfeuchtigkeit im Raum zu senken. Eine regelmäßige Luftzirkulation im Raum, zum Beispiel durch richtiges Lüften und Heizen, sorgt dafür, dass die Luft ausgetauscht und erwärmt wird, so dass die relative Luftfeuchtigkeit sinkt (unter 70 Prozent-lufttrocken, Hygrometeranzeige - normal). Die teure Variante ist der gute alte Luftentfeuchter.

Wasserdampfdiffusion

Bauteile, die gegen den Durchgang von Wasser in flüssiger Form dicht sind, müssen nicht gegen den Durchgang von Wasserdampf dicht sein (bestes Beispiel ist die weiße Wanne). Den Durchgang von Wasserdampf nennt man Wasserdampfdiffusion. Wie diffusionsoffen ein Baustoff ist, gibt seine Diffusionswiderstandszahl μ an. Je größer die Masse ist, desto dichter ist der Stoff. Ziegel sind beispielsweise sehr diffusionsoffen ($\mu = 5$ bis 10).

Bei Bauteilen, die aus mehreren Schichten aufgebaut sind, zum Beispiel Außenwände, sollte die äußere Schicht nicht diffusionstichter als die innere Schicht sein wie die Farbschicht auf Außenputzen.



Wasserdampf diffundiert durch ein Bauteil, wenn auf beiden Seiten des Bauteils ein unterschiedlicher Wasserdampfdruck besteht.

In der kalten Jahreszeit besteht in warmen Räumen ein höherer Wasserdampfdruck als außerhalb des Gebäudes. Der Wasserdampf diffundiert von innen nach außen, um die Wasserdampfteil-Druckdifferenz auszugleichen. Luftmoleküle wandern in die entgegengesetzte Richtung.

Wie wir bereits wissen, kühlt sich der Wasserdampf auf dem Weg nach außen ab. Sobald die Abkühlung den Taupunkt erreicht hat, kondensiert er zu Wasser. Kritisch wird dieses Verhalten dann, wenn der Wasserdampf bereits auf der kalten Wandoberfläche kondensiert, zum Beispiel bei kalten Kelleraußenwänden: Mit der warmen Außenluft gelangt Wasserdampf in den Keller. Je höher die Temperatur der Luft ist, desto größer ist ihr Wasseraufnahmevermögen. Beim Auftreffen auf die kalte Kellerwand kühlt sie sich ab und durchfeuchtet die Wand. Schimmelbildung ist die unumgängliche Folge feuchter Kellerwände.

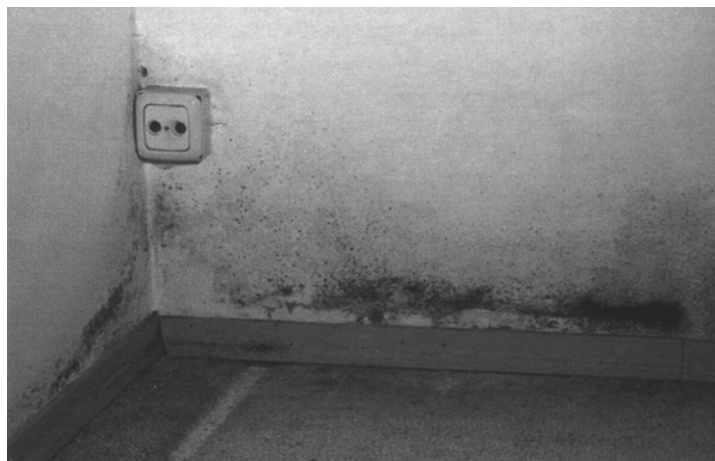


Bild 3: Typische Schimmelpilzbildung in der Wanddecke. Die fehlende Luftzirkulation fördert die Sporenbildung (Foto: umo)

Natürlich gibt es auch den anderen Fall: Wenn der Wasserdampf im Inneren von geringer kapillaren Bauteilen kondensiert und im Sommer nicht in ausreichender Menge verdunsten kann. Die Wand durchfeuchtet zunehmend und die Wärmedämmung verschlechtert sich.

Die Taupunkttafel

Taupunkttemperatur in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Feuchte in Prozent

Zimmer- Temperatur in °C	Taupunkttemperatur in °C bei einer relativen Luftfeuchte von													
	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

Ein Beispiel: Die Umgebungstemperatur liegt bei 21 Grad Celsius, die relative Luftfeuchte beträgt 65 Prozent. So ergibt sich ein Taupunkt von: 14,2 Grad Celsius (siehe Tabelle – fett hervorgehoben).

Tipps zum richtigen Lüften und Heizen

Viele werden sich fragen, warum gerade in den letzten Jahren vermehrt Probleme mit der Feuchtigkeit in Wohngebäuden auftreten. Obwohl die Baustoffe immer besser, die Gebäudehüllen immer dichter und die Heizungen immer effektiver werden. So komisch es klingen mag, es liegt ganz einfach an den Nutzern der Häuser, die ihre vier Wände falsch nutzen.

Die BewohnerInnen eines Gebäudes – Mensch, Tier und Pflanzen, produzieren zwangsläufig Feuchtigkeit. Einige Beispiele aus dem täglichen Leben sollen das verdeutlichen:

- ein Duschbad - ½ bis 1 Liter,
- Zimmerpflanzen – ½ bis 1 Liter/Tag und Pflanze,
- Kochen – ½ bis 1 Liter/Tag
- der menschliche Organismus – ½ bis 1 Liter,
- geschleuderte Wäsche im Gebäude trocken – 1 bis 1 1/2 Liter.

Jeder kann sich gut vorstellen, wie viel Wasserdampf erzeugt wird, wenn der Personenanteil pro Haushalt steigt.

In Großbritannien gibt es beispielsweise eine Norm, die ein Muster-Merkblatt enthält, das Mietern, die über Tauwasseranfall klagen, in die Hand gegeben wird. Sozusagen eine Nutzungsanleitung für das richtige Verhalten in Wohngebäuden. Da es so etwas in Deutschland nicht gibt, sollen nachfolgende Ratschläge helfen, die Luftfeuchtigkeit konstant unter Kontrolle zu halten.

Neun wertvolle Ratschläge zum richtigen Lüften und Heizen

- Lüften Sie mehrmals am Tag (ca. vier bis fünf mal) für wenige Minuten. Dabei die Fenster weit öffnen oder Querlüften (Durchzug), um den erforderlichen Luftaustausch zu gewährleisten. In der Heizperiode die Heizungsventile während des Lüftens schließen.
- Bei längerer Abwesenheit in der Heizperiode nie die Heizung ganz abdrehen. Das Auskühlen und spätere Aufheizen der Zimmer ist obendrein sehr unökonomisch.
- Vermeiden Sie eine Dauerlüftung während der Heizperiode, zum Beispiel durch Kippstellung der Fenster.
- Lassen Sie große Wasserdampfmengen nach draußen entweichen. Lüften Sie nach dem Duschen oder Kochen unverzüglich die betroffenen Räume. Badezimmer ohne Fenster sind anfällig für Pilzkulturen. Hier sollte eine Zwangsentlüftung eingebaut werden.
- Halten Sie Türen zu weniger beheizten Räumen geschlossen. So wird verhindert, dass warme, feuchte Luft in die kühleren Räume eindringt und sich an kalten Wänden und Fenstern niederschlägt.
- Rücken Sie die Möbel 50 mm von der Außenwand ab. Große Möbelstücke und insbesondere Einbauschränke behindern die Zirkulation der Raumluft und tragen zur Bildung von feuchten Ecken bei, wenn sie zu dicht an den Außenwänden stehen.
- Vermeiden Sie grundsätzlich größere unterschiedliche Temperaturen in den Zimmern. Unbeheizte oder weniger beheizte Räume sollten nicht durch die Raumluft anderer Räume mitbeheizt werden. Denn der in der Luft des wärmeren Raumes enthaltene Wasserdampf würde die relative Luftfeuchtigkeit in den kalten Räumen sehr schnell ansteigen lassen und sich als Tauwasser an den kälteren Oberflächen der Außenwände absetzen.
- Kontrollieren Sie die Luftfeuchtigkeit: Wer sich nicht sicher ist, ob er die relative Luftfeuchtigkeit ohne Hilfsmittel kontrollieren kann, kann sich ein Hygrometer zulegen. Damit kann überwacht werden, ob die relative Feuchte der Raumluft zwischen 40 und 70 Prozent liegt.
- **Faustregel:** Je kälter es draußen ist, desto kürzer muss gelüftet werden. Je kühler die Raumtemperatur ist, desto häufiger lüften.

Fazit

Schimmel kann Allergien auslösen und das Immunsystem schädigen. Ein Schimmelfleck, erste Anzeichen sind oftmals unansehnliche Stockflecken, sollte deshalb sofort entfernt werden. Die Methode hängt vom Ausmaß des Befalls ab. Auf Dauer hilft nur eine Ursachenerforschung und schonungslose Behandlung. Denken Sie an Ihre Gesundheit!

Dipl.-Ing. Uwe Morchutt, Eltville

Fachjournalist, Buchautor + Web-Designer

Betreiber des Bau-Portals: www.bauwissen-online.de