

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG .....</b>	<b>2</b>
1.1	Schimmel, ein historisches Problem	2
1.1.1	Schimmelpilze sind überall	2
1.2	Schimmel- und Pilzarten	2
<b>2</b>	<b>GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN.....</b>	<b>3</b>
2.1	Mykosen	3
2.2	Mykotoxikosen	3
2.3	Allergien	4
<b>3</b>	<b>WIE ENTSTEHT SCHIMMEL?.....</b>	<b>4</b>
3.1	Lebensbedingungen	4
<b>4</b>	<b>WIE ENTSTEHT FEUCHTIGKEIT IN DER WOHNUNG? .....</b>	<b>5</b>
4.1	Zusammenhänge zwischen Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur	5
4.1.1	Absolute Luftfeuchtigkeit	5
4.1.2	Relative Luftfeuchtigkeit	5
4.1.3	Taupunkt	6
4.2	Benutzung	6
4.3	Baukörper	7
4.3.1	Mangelnde Wärmedämmung	7
4.3.2	Baurestfeuchte	7
4.3.3	Wärmebrücken	8
4.3.4	Mängel in der Bauausführung	9
<b>5</b>	<b>WAS TUN GEGEN SCHIMMEL? .....</b>	<b>9</b>
5.1	Baurestfeuchte	9
5.2	Möblierung und Wandverkleidungen	9
5.3	Tauwasserbildung an Fenstern	11
5.4	Nutzer- und Lüftungsverhalten	12
5.4.1	Lüften nach Bedarf - wie geht das am besten?	12
5.4.2	Checkliste zur Vermeidung von Schimmelbildung	13
<b>6</b>	<b>SCHIMMELBEKÄMPFUNG .....</b>	<b>14</b>
6.1	Mechanische Schimmelentfernung	14
6.2	Chemische Schimmelentfernung	14
6.3	Grundsätzliches zur Schimmelbekämpfung	15
<b>7</b>	<b>BERATUNG .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>15</b>

## **1 Einführung**

### **1.1 Schimmel, ein historisches Problem**

*Und der HERR redete mit Mose und Aaron und sprach:*

*Wenn ihr in das Land Kanaan kommt, das ich euch zum Besitz gebe, und ich lasse an irgendeinem Hause eures Landes eine aussätzig Stelle entstehen, so soll der kommen, dem das Haus gehört, es dem Priester ansagen und sprechen:*

*Es sieht mir aus, als sei Aussatz an meinem Hause. Da soll der Priester gebieten, dass sie das Haus ausräumen, ehe der Priester hineingeht, die Stelle zu besehen, damit nicht alles unrein werde, was im Hause ist. Danach soll der Priester hineingehen, das Haus zu besehen. Wenn er nun den Ausschlag beseht und findet, dass an der Wand des Hauses grünliche oder rötliche Stellen sind, die tiefer aussehen als sonst die Wand, so soll er aus dem Hause herausgehen, an die Tür treten und das Haus für sieben Tage verschließen.*

*Und wenn er am siebenten Tage wiederkommt und sieht, dass der Ausschlag weitergefressen hat an der Wand des Hauses, so soll er die Steine ausbrechen lassen, an denen der Ausschlag ist, und hinaus vor die Stadt an einen unreinen Ort werfen. Und das Haus soll man innen ringsherum abschaben und den abgeschabten Lehm hinaus vor die Stadt an einen unreinen Ort schütten und andere Steine nehmen und statt jener einsetzen und andern Lehm nehmen und das Haus neu bewerfen.*

*Wenn dann der Ausschlag wiederkommt und ausbricht am Hause, nachdem man die Steine ausgebrochen und das Haus neu beworfen hat, so soll der Priester hineingehen. Und wenn er sieht, dass der Ausschlag weitergefressen hat am Hause, so ist es gewiss ein fressender Aussatz am Hause, und es ist unrein. Darum soll man das Haus abbrechen, Steine und Holz und allen Lehm am Hause, und soll es hinausbringen vor die Stadt an einen unreinen Ort.*

*Und wer in das Haus geht, solange es verschlossen ist, der ist unrein bis zum Abend. Und wer darin schläft oder darin isst, der soll seine Kleider waschen. Wenn aber der Priester hineingeht und sieht, dass der Ausschlag nicht weiter am Hause gefressen hat, nachdem es neu beworfen ist, so soll er es rein sprechen; denn der Ausschlag ist heil geworden.*

[1] Altes Testament

#### **1.1.1 Schimmelpilze sind überall**

Schimmelpilze sind ein fixer Bestandteil unserer mikrobiologischen Umgebung. Rund 10.000 zum Teil weltweit verbreitete Arten sind bekannt. Sie leben auf pflanzlichen oder tierischen Materialien, das für ihre Ernährung zersetzt wird. Einige Arten produzieren Antibiotika (z.B. Penizillin), andere werden in der Nahrungsmittelproduktion eingesetzt (z.B. Blauschimmelkäsesorten).

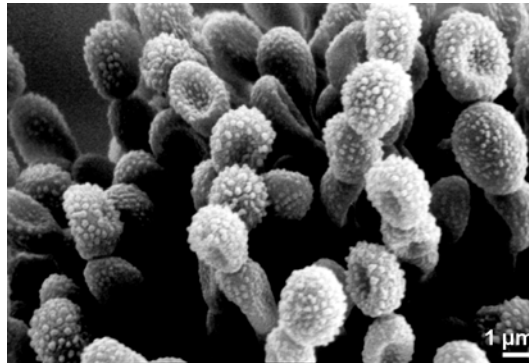
Schimmelpilze kommen praktisch überall vor. Die Luft im Freien, aber auch im Inneren von Wohnungen ist unterschiedlich stark mit Schimmelsporen belastet.

### **1.2 Schimmel- und Pilzarten**

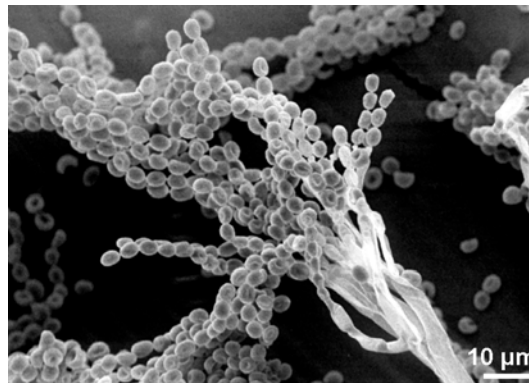
Die umgangssprachliche Bezeichnung „Schimmel“ kommt aus dem Althochdeutschen und ist mit dem Wort „Schimmer“ verwandt. Die Schimmelpilze sind im Wesentlichen durch folgende Kriterien definiert:

- Schimmelpilze besitzen ein watteartiges Myzel
- sie gedeihen auf festen Nährmedien
- die Gewinnung der Nährstoffe geschieht durch Zersetzung abgestorbener organischer Substanzen
- die Vermehrung erfolgt überwiegend ungeschlechtlich

Die folgenden Aufnahmen zeigen Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop von den am häufigst vorkommenden Pilzarten *Aspergillus* sp. und *Penicillium* sp.



**Abbildung 1: *Aspergillus* sp.**



**Abbildung 2: *Penicillium* sp.**

## **2 Gesundheitliche Auswirkungen**

### **2.1 Mykosen**

Organsysteme des Menschen können entzündlich durch Pilze erkranken. Am bekanntesten und weit verbreitetsten sind Erkrankungen der

- Haut, Nägel, Haare
- Atmungsorgane (besonders bei immungeschwächten Personen)
- Auslösung von Allergien

### **2.2 Mykotoxikosen**

Mykotoxikosen sind Vergiftungen durch toxisch wirkende Substanzen, die Pilze mit Hilfe ihres Stoffwechsels bilden. Diese Stoffe werden überwiegend über

verschimmelte Nahrungsmittel aufgenommen. Die Aufnahme von Toxinmengen im Milligrammbereich kann für den Menschen gefährlich sein.

## **2.3 Allergien**

Allergien beruhen auf einer übermäßigen Reaktion des Immunsystems. Bei den Allergien spielt nicht das Myzel die entscheidende Rolle, sondern die Sporen. Viele Pilzsporen sind 2 bis 5 µm groß und gelangen somit in die Bronchien und können Asthma hervorrufen [2].

Häufige und typische allergische Krankheiten:

- Bindehautentzündung der Augen
- allergischer Schnupfen
- Entzündung der Atemwege
- anfallsweise Atemnot
- Hautekzeme (z.B. Neurodermitis)
- Nesselfieber

## **3 Wie entsteht Schimmel?**

### **3.1 Lebensbedingungen**

Für das Wachstum von Schimmelpilzen ist ein bestimmtes Temperaturniveau, eine bestimmte Luft- bzw. Materialfeuchtigkeit und ein entsprechender Nährboden notwendig. Schwüles, feuchtes Klima fördert das Schimmelwachstum.

Schimmelpilze überleben in einem Temperaturbereich von 0 °C bis 50 °C. Die Bildung und Fortpflanzung erfolgt jedoch besonders schnell bei Temperaturen zwischen 15 °C und 30 °C (Temperaturen, die während des gesamten Jahres in bewohnten Gebäuden anzutreffen sind). Als Nahrung für Bildung und Wachstum benötigt der Schimmel Proteine, die praktisch immer gegeben sind (Tapeten, Holz, Kunststoffe, Staub etc.).

Wichtiger Wachstumsfaktor ist der Wassergehalt in den Poren des befallenen Materials. Die Feuchtigkeit im Material nimmt nach entsprechend langer Dauer die Feuchtigkeit der Luftschicht an der Bauteiloberfläche an.

**Daraus ergibt sich folgende Schlussfolgerung:**

**Die Beseitigung der Feuchtigkeitsursachen ist die einzige Möglichkeit, die Entstehung von Schimmelpilzen dauerhaft zu verhindern.**

## 4 Wie entsteht Feuchtigkeit in der Wohnung?

Schimmelbefall hat stets mit dem Auftreten von zuviel Feuchtigkeit zu tun. Dies kann sehr viele Ursachen haben. Die genaue Ursache kann oft nur ein Bausachverständiger klären.

### 4.1 Zusammenhänge zwischen Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur

#### 4.1.1 Absolute Luftfeuchtigkeit

Wasserdampf ist ein unsichtbares Gas. Es entsteht durch Verdunsten von Wasser, und zwar bei jeder Temperatur. Die Luft nimmt eine ganz bestimmte Menge an Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf auf. Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit speichern als kalte Luft.

Wie die folgende Abbildung zeigt, kann z.B. bei +20 °C die Luft 17,3 g Wasserdampf je m<sup>3</sup> aufnehmen, bei -20 °C nur 0,9 g. Im Winter ist deshalb die Luft draußen stets trockener als in beheizten Räumen.

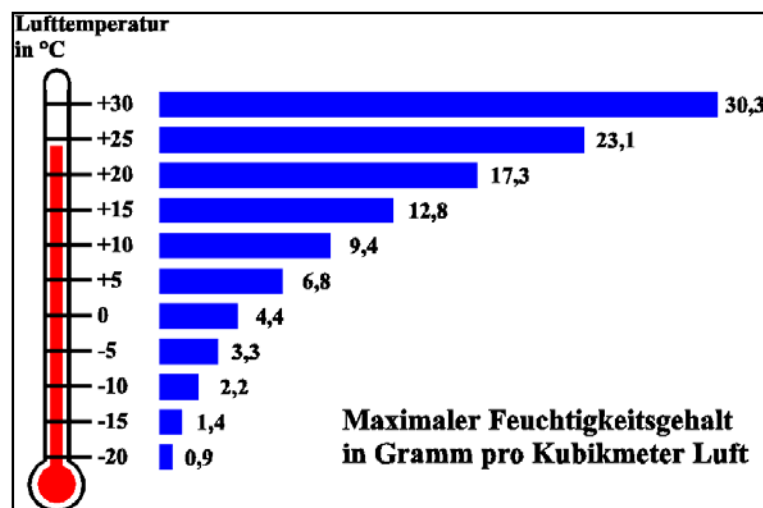


Abbildung 3: Feuchtigkeitsgehalt der Luft

#### 4.1.2 Relative Luftfeuchtigkeit

In den seltensten Fällen enthält die Luft jedoch so viel Feuchtigkeit, dass sie gesättigt ist (Nebelbildung). Die relative Feuchtigkeit der Luft gibt den Prozentsatz der wirklich vorhandenen Feuchtigkeitsmenge vom maximalen (Sättigungs-)Gehalt der Luft an.

So enthält z.B. Luft von +20 °C bei einer relativen Feuchtigkeit von 60 % →  $0,60 \cdot 17,3 = 10,4$  g Wasserdampf je m<sup>3</sup>.

### 4.1.3 Taupunkt

Wird die feuchte Luft erwärmt, so sinkt die relative Luftfeuchtigkeit bei gleicher absoluter Feuchtigkeitsmenge je m<sup>3</sup> Luft. Wird jedoch feuchte Luft abgekühlt, so steigt der relative Luftfeuchtigkeitsgehalt bis zur Sättigung der Luft (100 %). Wird die Luft weiter abgekühlt, so muss die Luft Wasserdampf in Form von Nebel oder Tauwasser ausscheiden. Die Temperatur, bei der das geschieht, wird als Taupunkttemperatur bezeichnet.

Lufttemperatur °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	7,6	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	21,3
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	5,8	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

**Tabelle 1: Taupunkttemperatur der Luft in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit; werden die in der Tabelle angegebenen Temperaturen unterschritten, kommt es zur Tauwasserbildung**

### 4.2 Benutzung

Durch das Nutzen einer Wohnung wird Feuchtigkeit freigesetzt. Somit kommt dem Nutzer- und Lüftungsverhalten der Bewohner in Zusammenhang mit Schimmelbefall eine besondere Bedeutung zu. Die folgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über die nutzungsbedingte Feuchtigkeitsproduktion in Wohnungen.

**Tabelle 2: Wasserdampfproduktion in Wohnungen durch Nutzer**

Quelle des Wasserdampfes		Wasserdampfmenge	
		Liter (l)	g/h
Mensch	leichte Arbeit		30 - 60
	mittelschwere Arbeit		120 - 200
	schwere Arbeit		200 - 300
	Atmung (1 Person)	ca. 0,1/Stunde	
	während der Schlafpause	ca. 1,0/Person	
Bad	Wannenbad	ca. 1,0/Person	
	Duschen	ca. 1,5/Person	
Trocknende Wäsche	geschleudert	1,0 - 1,5	50 - 200

(4,5 kg Trommel)	tropfnass Waschmaschine	2,0 - 3,0 0,2 - 0,3/Waschg.	100 - 500
Küche	Koch- und Arbeitsvorgänge im Tagesmittel Kurzgericht Langgericht Braten Spülmaschine	0,4 - 0,5/Kochzeit 0,5 - 0,8/Kochzeit ca. 0,6/Kochzeit ca. 0,2/Spülgang	600 - 1500  ca. 100
Topfpflanzen	z.B. Farn z.B. mittelgroßer Gummi- baum		7 - 15 10 - 20
Zimmerpflanzen		0,5 - 1,0/Tag	
Freie Wasserober- fläche	Aquarium, Zimmerbrunnen	0,9 - 1,2/m <sup>2</sup> Tag	ca. 40 g/m <sup>2</sup> h

Bei ungenügender Entlüftung der Räume steigern sich die in der Tabelle 2 dargestellten Feuchtigkeitsaufkommen zu erheblichen Wassermengen, sodass die normale Belastbarkeit von Wohnräumen sehr bald überschritten wird. Selbst bei durchschnittlichen Verbrauchswerten und sorgsamer Beachtung der einzelnen Faktoren können vorübergehend hohe Durchfeuchtungskonzentrationen (vor allem bei gleichzeitigem Auftritt verschiedener Quellen) entstehen.

Bewusstes, umsichtiges Verhalten der Bewohner kann die Entstehung von Feuchtigkeit minimieren. An erster Stelle steht dabei die ausreichende, richtige Belüftung der Räume, wodurch die Feuchtigkeit abtransportiert wird.

### **4.3 Baukörper**

Auch der Baukörper kann das Schimmelwachstum beeinflussen.

#### **4.3.1 Mangelnde Wärmedämmung**

Durch unzureichende Wärmedämmung der Außenbauteile kann die Raumwärme verstärkt abfließen. Die Innenoberflächentemperatur sinkt dadurch. Bei Unterschreiten der Taupunkttemperatur kommt es zur Kondensatbildung an der Bauteiloberfläche und in der Folge zum Schimmelwachstum.

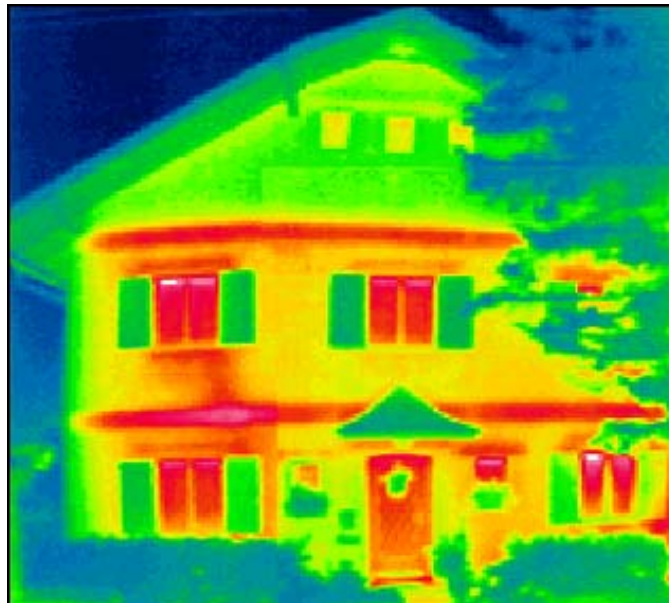
#### **4.3.2 Baurestfeuchte**

Jeder Neubau muss zunächst als ein feuchtes Bauwerk betrachtet werden, da die Verarbeitung der meisten Baustoffe (z.B. Gips, Mörtel, Beton) erhebliche Mengen von Wasser erfordert. Das gebundene Wasser trocknet erst über einen längeren Zeitraum aus. Beispielsweise braucht Beton bis zu 5 Jahre, um vollständig auszutrocknen.

Die heutige sehr rasche Bauweise, Wohnungen werden bereits nach einem halben Jahr Bauzeit übergeben, verhindert aber das Abtrocknen vor dem Bezug. Das Trocknen des Gebäudes muss daher vom Bewohner übernommen werden.

### 4.3.3 Wärmebrücken

Wärmebrücken sind engbegrenzte Flächen einer Konstruktion mit erhöhtem Wärmedurchgang. Es gibt sogenannte geometrische Wärmebrücken (Raumecken) und konstruktive Wärmebrücken (Balkonplatte).



**Abbildung 4: Thermogramm eines Gebäudes**

Im Bereich der Wärmebrücke sinkt die Innenoberflächentemperatur der Außenbauteile stark ab, was zur Kondensation der Raumluft und in der Folge zur Schimmelbildung führt.



**Abbildung 5: Schimmel im Bereich eines Geschosdeckenan schlusses**



### 4.3.4 Mängel in der Bauausführung

Fehler in der Bauausführung (falsche Wahl von Materialien, Mängel in der Ausführung) sind Ursache für Wärmebrücken, aber auch für Luftundichtheiten in der Konstruktion. Dadurch können auch Feuchteschäden hervorgerufen werden.

## 5 Was tun gegen Schimmel?

### 5.1 Baurestfeuchte

Beim Erstbezug eines Gebäudes ist hinsichtlich der Baurestfeuchte besondere Vorsicht geboten. Die noch im Gebäude vorhandene Feuchtigkeit muss ausgetrocknet werden. Sie kann entweder vor Bezug der Wohnungen ev. unter Benutzung von Entfeuchtungsgeräten, oder nach Bezug der Wohnungen, durch erhöhte Beheizung und Entlüftung der Räume abtransportiert werden.

Über die daraus resultierenden höheren Heizkosten sollten sich die betroffenen Mieter mit ihrem Vermieter einigen. Eine rasche Austrocknung ist beiden Parteien dienlich. Nutzer und Eigentümer sollten hier gleiche Interessen verfolgen.

Das Problem der Neubaufeuchtigkeit ist nicht neu. Um die Jahrhundertwende gab es nach dem Bau-Boom in deutschen Industriestandorten sogenannte „Trockenmieter“. Die entstandenen Mietshäuser sollten möglichst schnell bezogen werden und Rendite abwerfen. Baufeuchte Gebäude entsprachen allerdings nicht den damaligen Vorstellungen von Wohnqualität. In befristeten Verträgen, zu günstigen Mieten, wurden diese Neubauten an sozial schwache, häufig kinderreiche Familien zum „Trockenwohnen“ vergeben. Schwere chronische Krankheiten waren die Folge.

Kurze Bauzeiten sind die Hauptursache der Feuchtigkeitsbelastungen im Neubau. Die bewährte Regel, einen Rohbau „überwintern“ zu lassen, wurde von wirtschaftlichen Zwängen überrollt.

### 5.2 Möblierung und Wandverkleidungen

Die Belüftung und Erwärmung der Wandfläche kann durch Einrichtungsgegenstände erheblich behindert werden. Besonders betroffen sind davon die Außenwände, aber auch Innenwände zu unbeheizten Räumen unterliegen einer vergleichbaren Abkühlung (z.B. Trennwände zu Treppenhäusern oder Garagen).



**Abbildung 6: Schimmelbildung hinter einem Nachtkästchen**

Die erforderliche gleichmäßige Luftumwälzung in Wohnräumen wird durch die folgenden Möblierungsvarianten besonders beeinträchtigt:

- Schrankwände vom Fußboden bis zur Decke
- dichte Vorhänge von der Decke bis zum Boden
- unmittelbar an der Wandfläche anliegende Bilder
- in Raumecken eingepasste Regale
- luftdicht schließende Unterbaumöbel in Bädern und Küchen an den Wasserarmaturen
- Kastenbetten ohne Unterlüftung
- Polstergarnituren ohne Unter- und Hinterlüftung in Raumecken

### Ursachen:

Wandverkleidungen, Möbel oder Vorhänge wirken wie eine Dämmschicht vor der Wand. Die dahinterliegenden Flächen können von der Raumluft nicht erwärmt werden und kühlen aus.

Spalten zwischen Möblierung, Vorhängen oder Wandverkleidung und Wand sind nicht luftdicht verschlossen, sodass warme, feuchte Luft in diese Zwischenräume eindringen kann.

Die mitgeführte Wärmeenergie reicht jedoch nicht aus, diese Fläche zu erwärmen; die Luft kühlt ab. Wird dabei der Taupunkt unterschritten, bildet sich Tauwasser. Die Voraussetzung zur Bildung von Schimmelpilzen ist gegeben.

### Maßnahmen:

- Beim Anbringen von Vorhängen oder Wandverkleidungen und Aufstellen von Einrichtungsgegenständen muss unbedingt für eine ausreichende Hinterlüftung gesorgt werden.
- Möbel sind mindestens mit 5 bis 6 cm Wandabstand aufzustellen.

- Im Sockelbereich sowie unter der Decke sind Lüftungsöffnungen vorzusehen.
- Vorhänge sollten mit Abstand zu Wand, von der Decke und dem Boden angebracht werden.
- Bei Wandverkleidungen, die oft aus Holz ausgeführt sind, liegt es auch im Interesse eines sinnvollen Holzschutzes, solche Konstruktionen zu hinterlüften.
- Raumecken sollten möglichst nicht mit Möbeln verstellt werden.
- Großflächige Bilder sind mit Abstandhaltern zu versehen.
- Auf Bettkästen, die eine Unterlüftung unmöglich machen, sollte verzichtet werden. An vorhandenen Bettkästen lassen sich nachträglich an allen Seiten Schlitz- oder Bohrungen zur Belüftung anbringen.
- In Sockelblenden von Schrankwänden oder Unterbaumöbeln in Küche und Bad können nachträglich Lüftungsöffnungen eingebracht werden. Möbel auf Füßen ermöglichen eine bessere Hinterlüftung als Schränke und Einbauwände auf verblendeten Sockeln.  
**Achtung!** Das Abrücken der Möbel von der Wand allein reicht nicht aus. Hinter Möbeln ist eine vertikale Luftzirkulation unbedingt erforderlich.
- Soweit es die Grundrissgestaltung erlaubt, keine größeren Möbelstücke an Außenwänden aufstellen!

### 5.3 Tauwasserbildung an Fenstern

#### Schadensbild:

Während der kalten Jahreszeit tritt immer wieder Tauwasser am Rand von Isolier- und Wärmeschutzgläsern auf. Dieser Vorgang wird manchmal von Bewohnern beanstandet.

#### Schadensursache:

Bei Isolier- und Wärmeschutzgläsern erfolgt die Abdichtung des Luftzwischenraumes durch metallische Abstandhalter am Glasrand. Dieser metallene Randverbund ist eine konstruktiv bedingte und somit unvermeidliche Wärmebrücke, weshalb im Winter oft auf den Glasscheiben in der Nähe des Randverbundes Tauwasser, das nicht immer schädlich ist, entsteht. Wenn Tauwasser in geringen Mengen am Glasrand in Erscheinung tritt, ist dies in der Regel unproblematisch, wenn jedoch große Flächen der Scheibe ständig mit Tauwasser beschlagen sind, können Feuchteschäden entstehen.

Bei üblichem Raumklima beginnt die Tauwasserbildung bei einer Außenlufttemperatur von etwa  $-5\text{ °C}$ , die auftretende Wassermenge bewegt sich in tolerierbaren Grenzen. **Nur wenn die Luftfeuchte über die bei normaler Lüftung zu erwartenden Werte ansteigt, kann eine kritische Situation entstehen.**

### Instandsetzung:

Das Tauwasser in der Nähe des Fensterrahmens sollte regelmäßig abgewischt bzw. abgetrocknet werden. Andernfalls wachsen nach kurzer Zeit Schimmelpilze auf der Fugenmasse (in der Regel Silikon) der Glaseindichtung. Dies ist unbedingt zu vermeiden; gegebenenfalls muss intensiver gelüftet werden.

### Schadensvermeidung:

Bei tiefen Außentemperaturen kann das Auftreten von Tauwasser in der Nähe des Randverbundes nicht verhindert werden. Wenn größere Mengen entstehen, ist in der Regel die Raumluftheuchte zu hoch und muss durch gezieltes Lüften reduziert werden.

Auch durch Einsatz eines temporären Wärmeschutzes (z.B. Rollläden) kann die Innenoberflächentemperatur der Fenster gehoben werden, wodurch eine Kondensation vermieden wird.

## 5.4 Nutzer- und Lüftungsverhalten

### 5.4.1 Lüften nach Bedarf - wie geht das am besten?

In einem Vier-Personen-Haushalt können täglich bis zu 10 Liter Wasser als Wasserdampf in die Raumluf abgegeben werden.

Wohin also mit der Feuchtigkeit? Sie ist soweit möglich auf dem kürzesten Weg ins Freie abzuführen. Dafür lassen sich folgende einfache Regeln aufstellen:

- Die Belüftung der Wohnung sollte mindestens **drei- bis viermal täglich** vorgenommen werden. Zumindest morgens nach dem Aufstehen, um die während der Schlafphase angefallene Feuchtigkeit von Personen und Pflanzen zu entsorgen, dann tagsüber oder bei Berufstätigen beim Eintreffen in der Wohnung und vor dem Schlafengehen.
- Die am weitesten verbreitete Lüftungsart (gekipptes Fenster) führt meist zu mehrfach überhöhten Luftwechselraten, weil die einströmenden Luftmengen unterschätzt werden. Die Energieverluste sind dadurch größer als bei der Querlüftung. Die Auskühlung der Räume und Inneneinrichtungen erhöht außerdem die Wahrscheinlichkeit der Feuchtigkeitsbildung durch Kondensation. Zur Dauerlüftung ist die Kippstellung nur von Mai bis September sinnvoll.
- Soll die Raumluf energiesparend in kurzer Zeit komplett ausgetauscht werden, ist die geeignetste Lüftungsmethode die **Querlüftung**. In der Wohnung muss ein Durchzug möglich sein. Bei weit geöffneten Fenstern und Türen gegenüberliegender Räume zieht eine kräftige Luftbewegung auch Luftpolster aus Nischen und Ecken ab.
- Die Dauer der Belüftung richtet sich nach der Außentemperatur. Der Belüftungsvorgang sollte mindestens **5 Minuten bis 15 Minuten** andauern. Es sollte als Faustregel zumindest solange gelüftet werden, bis sich keine Feuchtigkeit mehr an den geöffneten Fensterscheiben niederschlägt.

<b>Luftwechsel bei verschiedenen Lüftungsarten</b>		
	Luftwechselrate (1/Stunde)	Öffnungsdauer für 1 Luftwechsel
Fenster und Türen dicht	0,1 - 0,3	
Undichte Häuser (i. M.)	bis 2,0	
Regulierbare Lüftungsspalte (Dosierlüfter)	0,2 - 0,8	75 - 300 Min.
Fenster gekippt		
- ohne Querlüftung	0,8 - 2,5	24 - 75 Min.
- mit Querlüftung	2 - 4	15 - 30 Min.
Fenster ganz offen		
- ohne Querlüftung	9 - 15	5 - 10 Min.
- mit Querlüftung	> 20	ca. 5 Min.

**Tabelle 3: Luftwechsel bei verschiedenen Lüftungsarten**

#### 5.4.2 Checkliste zur Vermeidung von Schimmelbildung

Die nachstehende Auflistung sinnvoller Maßnahmen soll eine Hilfestellung zur Vermeidung von Schimmelbildung geben.

1. An erster Stelle steht die Überprüfung der Lüftungsgewohnheiten. In den vorangegangenen Abschnitten wurde deutlich erläutert, welche wesentliche Bedeutung eine ausreichende Belüftung hat (Querbelüftung drei- bis viermal täglich, 5 bis 15 Minuten lang).
2. Kontrolle der Raumlufttemperaturen. Die Differenzen innerhalb einer Wohnung sollen 4 °C nicht überschreiten.
3. Feuchtigkeitsaufkommen beim Backen, Braten, Kochen, Duschen, Baden oder Waschen sofort und direkt ins Freie ableiten. Keine Verteilung der Feuchtigkeit in der Wohnung durch geöffnete Türen.
4. Einsatz technischer Hilfsmittel (Entlüftungseinrichtungen).
5. Regelmäßige Messung der relativen Luftfeuchtigkeit mit Hilfe eines Hygrometers (Bedienungsanleitung beachten!). 55 % relative Luftfeuchtigkeit ist als Obergrenze einzuhalten. Kommt es weiterhin zu Schimmelbildung, siehe *Pkt. 9*.
6. Einrichtungsgegenstände, besonders an Außenwänden, nicht luftstrombehindernd anordnen. Schränke, Vorhänge, großflächige Bilder mit einem Mindestabstand von 5 cm zur Wand aufstellen. Möbel nicht zu eng anordnen. Raumecken möglichst freihalten.
7. Verwendung diffusionsoffener Wandverkleidungen. Keine oberflächenversiegelnde Tapeten und Baumaterialien verwenden. Entfernen befallener Einrichtungsgegenstände (Tapeten, Matratzen). Befallene Putzschichten bei der nächsten Gelegenheit entfernen und ersetzen.
8. Zur Feststellung konstruktiver Gegebenheiten Einsichtnahme in Baupläne. Bauphysikalische Nachweisberechnungen nach der ÖNORM B 8110-2 [4]. Auf die Einhaltung der maximal zulässigen Werte ist zu achten.
9. Beauftragung eines Sachverständigen zur genauen Ursachenforschung und Festlegung geeigneter Maßnahmen.

10. Austrocknung feuchter Bauteile vor jeder Sanierung!
11. Nachträgliche zusätzliche Dämmmaßnahmen immer so anordnen, dass die Dämmschicht möglichst weit außen liegt.

## **6 Schimmelbekämpfung**

### **6.1 Mechanische Schimmelentfernung**

Um Schimmelpilz dauerhaft zu vermeiden, müssen die befallenen Materialien, wie Tapeten, Teppichböden, Holzteile und Putze, entfernt werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass nicht unnötig Pilzsporen in die Luft freigesetzt werden. Durch Entfernen der befallenen Materialien werden auch die Hyphen des Schimmels entfernt. Ein Nachwachsen wird daher erschwert.

### **6.2 Chemische Schimmelentfernung**

Mit nachstehenden Mitteln kann der oberflächliche Schimmel bekämpft werden:

*weitgehend ungefährlich, jedoch leider nur im Anfangsstadium helfend:*

- **5%ige Essiglösung** (Essigessenz 1:4 verdünnt)
- **Wasser, Brennspritus und Salicylsäure** im Verhältnis 90:10:2
- **5%ige Sodalösung** (Apotheke)

*auch im fortgeschrittenen Stadium wirkend:*

- **hochprozentiger Alkohol** (mind. 70%iger Brennspritus)
- **5%ige Wasserstoffperoxidlösung** (Apotheke)
- 5%ige Salmiakgeislösung (Ammoniaklösung); dieses Mittel wird zwar oft genannt, ist jedoch meiner Meinung nach nicht wirklich empfehlenswert, da Ammoniak stark reizend auf die Atemorgane wirkt
- **chlorhaltige Haushaltsreiniger**, die sog. Chlorbleichlauge

Chemikalien im Baustoffhandel die zur Schimmelbekämpfung angeboten werden beinhalten häufig Aktiv-Chlor (Natriumhypochlorit, chlororganische Verbindungen, die den Körper auf Dauer schädigen können), Formaldehyd (krebsverdächtig) oder Fungizide. Diese Mittel bekämpfen zwar den Schimmel, sind aber für die Umgebung insbes. für den Menschen nicht unbedenklich. Im Falle einer Anwendung ist unbedingt für eine gute Belüftung der Räumlichkeiten zu sorgen.

### **6.3 Grundsätzliches zur Schimmelbekämpfung**

Wenn nur der Schimmel, nicht aber die Ursache für die Entstehung beseitigt wird, kann der Befall in relativ kurzer Zeit wieder erfolgen. Da Schimmelbildung in erster Linie mit Feuchtigkeit zu tun hat, ist unbedingt die Ursache der erhöhten Feuchtigkeit zu entfernen. Dies kann durch Änderung des Nutzerverhaltens (Lüften) oder Sanierung der Baumängel (zusätzliche Wärmedämmung, Abdichtungsmaßnahmen) geschehen.

## **7 Beratung**

Bei der Unterabteilung Lärm- und Strahlenschutz wurde die **technische Schimmelberatung des Landes Oberösterreich** (Tel: 0732/7720-14543) eingerichtet. Die Aufgabe ist, bei auftretenden Schimmelproblemen ohne großen technischen und finanziellen Aufwand die Ursache für den Schimmelbefall zu ermitteln und Tipps zur Vermeidung und Entfernung zu geben.

Die telefonische Beratung und auch die Beratung vor Ort werden derzeit kostenlos angeboten.

## **8 Literaturverzeichnis**

- [1] Altes Testament, Buch Levitikus, Kap. 14, 33-48, Gesetz über Aussatz an Häusern
- [2] Dipl.-Phys. Klaus Sedlbauer – Vorhersagen von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen
- [3] Dipl. Ing. Robert Kernöcker – Schimmelbildung in Wohnräumen
- [4] ÖNORM B 8110, Teil 2 – Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz