



Fig. 1 Schimmel im Schlafzimmer eines Altbaues

Inhaltsverzeichnis

1	Wie entsteht Schimmel?.....	1
2	Was bedeutet „relative Luftfeuchtigkeit“, wie viel Feuchte enthält Luft?.....	2
3	Tabelle zu Temperatur- relative Feuchte – absolute Feuchte.....	3
4	gesundheitliche Bewertung Schimmelpilze.....	4
5	Massnahmen gegen Schimmelbildung.....	5
5.1	a- durch richtiges Lüften die Raumluftfeuchte ausreichend niedrig halten.....	5
5.2	b- geeignete Materialien für die Raum-Oberflächen verwenden.....	5
5.3	c- die Oberflächentemperatur durch geeignete Außenwand-Konstruktionen heben.....	5
5.4	Wohnkomfort.....	6
5.5	Luftqualität.....	6
6	Was tun, wenn Schimmel festgestellt wird?.....	6

Besonders ab Herbst und über den Winter bis zum Frühling taucht in vielen Wohnungen Schimmel auf. Damit stellt sich die Frage, wie gefährlich das ist, wie man Schimmel vermeiden kann und was zu tun ist, wenn er erst einmal aufgetaucht ist.

„Modernes Bauen“ heißt, die jeweils aktuellsten Erkenntnisse so in die Baukultur einfließen lassen, dass die Bewohner den maximal möglichen Wohnkomfort genießen bei einem vertretbaren ökonomischen Aufwand. Dies wenden wir hier auf die Schimmelfrage an.

1 Wie entsteht Schimmel?

Schimmel entsteht auf Oberflächen dann, wenn diese Oberflächen längere Zeit nass sind bzw. wenn sie von einer Luftfeuchtigkeit von >80% umgeben sind: Schimmel gedeiht am besten bei warmen und feuchten Klima und sauren Oberflächen.

Wenn bei der Diagnose Ursachen wie Durchnässung wegen Rohrbruch, undichte Regenwasserleitung, aufsteigende Feuchtigkeit, aus dem Erdreich eindringende Feuchtigkeit, schlechte Abführung des Regen-Oberflächenwassers usw. auszuschließen sind, muss Kondensat als Ursache in Betracht gezogen werden.

Kondensat bildet sich dann auf den Oberflächen, wenn die angrenzende Luft so weit abgekühlt ist, dass sie die enthaltene Feuchtigkeit nicht mehr halten kann. Dies kann bei einer Mineralwasserflasche beobachtet werden, die vom Kühlschrank in den warmen Raum gestellt wird.



Lufttemperatur	Max. Feuchte
°C	g/m ³
-20	0,90
-15	1,40
-10	2,14
-8	2,54
-6	2,99
-4	3,51
-2	4,13
0	4,80
2	5,60
4	6,40
6	7,30
8	8,30
10	9,40
12	10,70
14	12,10
16	13,90
18	15,40
20	17,30
22	19,40
24	21,80
26	24,40
28	27,20
30	30,30
35	39,40
40	50,70
45	64,50
50	82,30



Fig. 2 Schimmel in der Küche eines Altbaues

2 Was bedeutet „relative Luftfeuchtigkeit“, wie viel Feuchte enthält Luft?

Oben stehende Tabelle zeigt, dass warme Luft viel mehr Feuchte aufnehmen kann- absolut gesehen. 50% relative Luftfeuchtigkeit bedeutet, dass 50% der maximalen Feuchte enthalten sind, das sind bei 0° 2,4g/m³ und bei 20° 8,65g/m³.

Nun ein Beispiel, wo ich in einem konkreten Fall in einem Raum eine Lufttemperatur von 19,9° und eine relative Luftfeuchte von 61,1% rH gemessen. Dies bedeutet einen Gehalt absoluter Feuchte von 10,5g/m³ aH, und eine Mindest-Oberflächentemperatur von $\theta_{s, min}=15,7^{\circ}\text{C}$.

Temperatur T [°C]	relative Feuchte rF [%]	absolute Feuchte aH (bei rH 100%) [g/m ³]	Taupunkt °C	Sättigungsfeuchte	80%
T	RH	g/m ³ H ₂ O	Td [°C]	max g/m ³ H ₂ O	$\theta_{s, min}$
Wohn&Schlafzimmer	19,9	61,1	10,5	12,28	17,3 15,7°C
Raum mit normaler Feuchte	20	50	8,7	9,38	17,4 12,7°C
Raum mit erhöhter Feuchte	20	55	9,5	10,79	17,4 14,2°C
Raum mit sehr niedriger Feuchte	20	30	5,2	2,03	17,4 5,1°C

Fig. 3: Mindesttemperaturen bei gegebenem Raumklima, um Schimmelbildung zu vermeiden

Das heißt, dass an allen Oberflächen, auch in den Zimmerecken- den normalerweise schwächsten Punkten- die Oberflächentemperaturen höher als 15,7°C sein müssen, um Schimmel zu vermeiden. In vielen Situationen habe ich sehr viel niedrigere Temperaturen gemessen, und wenn gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit zu hoch war, habe ich auch Schimmel festgestellt.

Zum besseren Verständnis ein weiteres Beispiel:

Die Messung ergibt eine Lufttemperatur von 22°C und eine relative Feuchte von 60%. Diese Luft könnte maximal 19,4 g Wasser pro m³ aufnehmen (siehe Tabelle), aber da eine relative Feuchte von 60% angezeigt wurde, enthält sie nur 60% davon, nämlich 11,64 g/m³.

Wenn diese Luft durch den Raum streift und an kalten Ecken oder anderen kalten Bauteilen (Fenster, Fortsetzungen von Balkonauskragungen, usw.) vorbeikommt, so kühlt diese Luft daran ab. Angenommen, sie kühlt auf 10°C ab, so kann sie laut Tabelle nur 9,1 g/m³ Wasser halten, das heißt die Luftfeuchtigkeit erreicht an dieser Stelle im Raum 100% und der Überschuss wird als Oberflächenkondensat abgegeben, nämlich 11,64-9,1=2,54 g/m³.

3 Tabelle zu Temperatur- relative Feuchte – absolute Feuchte

Temperatur T [°C]	relative Feuchte rF [%]	absolute Feuchte [g/m ³]
T	RH	g/m ³ H ₂ O
-5	100	3,3
-4	100	3,5
-3	100	3,8
-2	100	4,2
-1	100	4,5
0	100	4,9
1	100	5,2
2	100	5,6
3	100	6,0
4	100	6,4
5	100	6,8
6	100	7,3
7	100	7,8
8	100	8,3
9	100	8,9
10	100	9,4
11	100	10,1
12	100	10,7
13	100	11,4
14	100	12,1
15	100	12,9
16	100	13,7
17	100	14,5
18	100	15,4
19	100	16,4
20	100	17,4
21	100	18,4
22	100	19,5
23	100	20,7
24	100	21,9
25	100	23,1
26	100	24,5
27	100	25,9
28	100	27,3
29	100	28,9
30	100	30,5
31	100	32,2
32	100	33,9
33	100	35,8
34	100	37,7
35	100	39,8
36	100	41,9
37	100	44,1
38	100	46,4
39	100	48,8
40	100	51,3

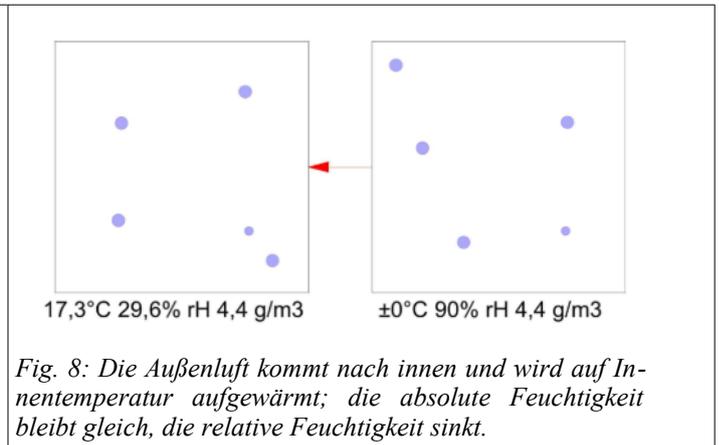
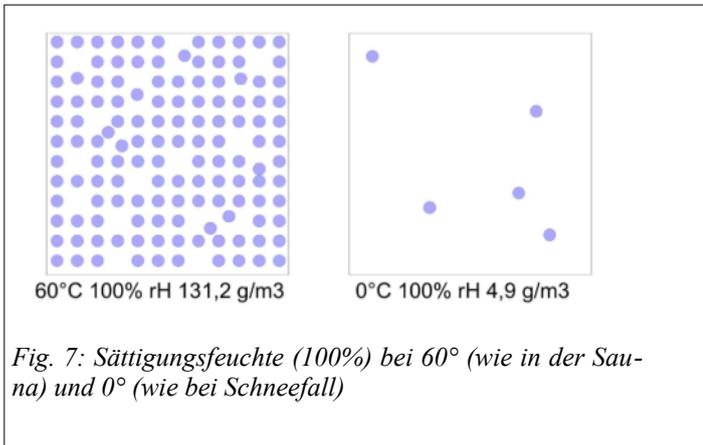
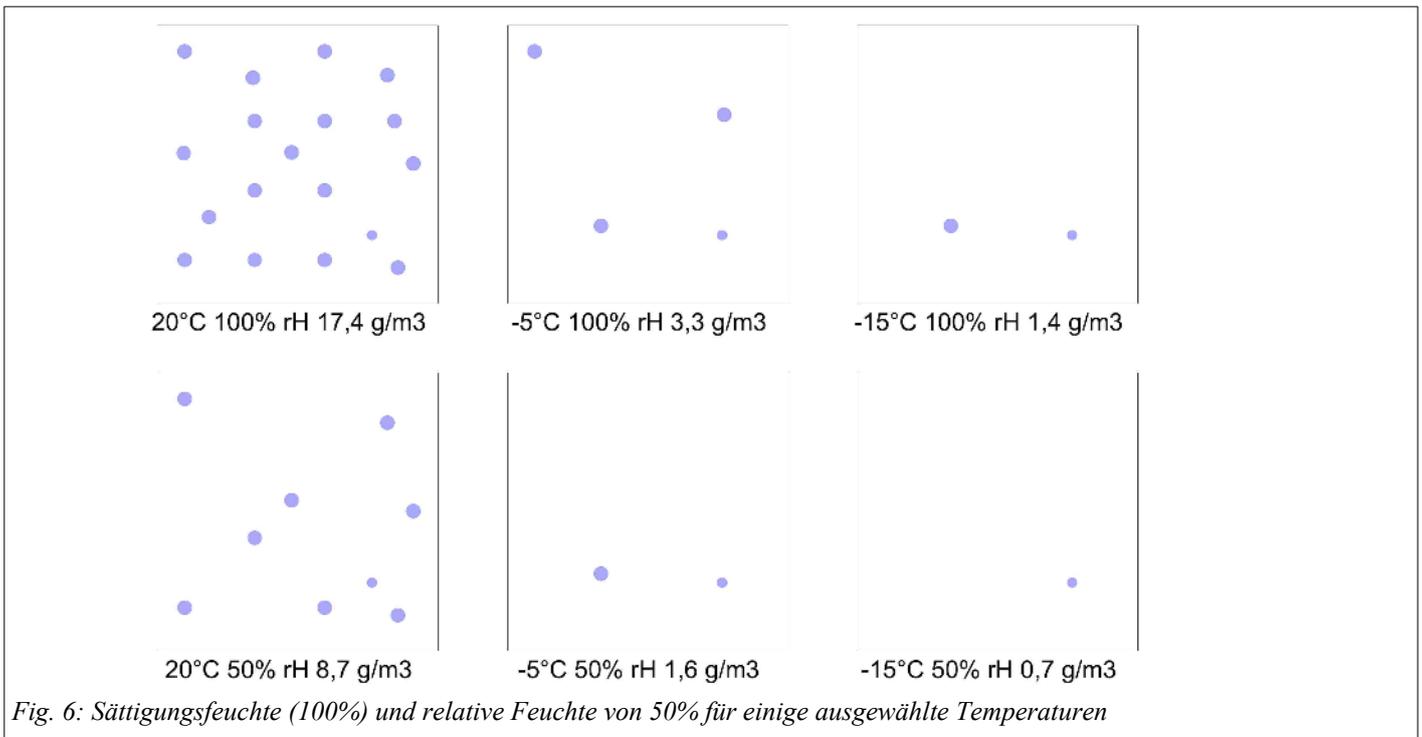
Fig. 4: absolute Feuchte bei Sättigung (100%)

Temperatur T [°C]	relative Feuchte rF [%]	absolute Feuchte [g/m ³]
T	RH	g/m ³ H ₂ O
-5	80	2,6
-4	80	2,8
-3	80	3,1
-2	80	3,3
-1	80	3,6
0	80	3,9
1	80	4,2
2	80	4,5
3	80	4,8
4	80	5,1
5	80	5,5
6	80	5,8
7	80	6,2
8	80	6,6
9	80	7,1
10	80	7,5
11	80	8,0
12	80	8,6
13	80	9,1
14	80	9,7
15	80	10,3
16	80	10,9
17	80	11,6
18	80	12,3
19	80	13,1
20	80	13,9
21	80	14,7
22	80	15,6
23	80	16,5
24	80	17,5
25	80	18,5
26	80	19,6
27	80	20,7
28	80	21,9
29	80	23,1
30	80	24,4
31	80	25,7
32	80	27,2
33	80	28,6
34	80	30,2
35	80	31,8
36	80	33,5
37	80	35,3
38	80	37,1
39	80	39,0
40	80	41,1

Fig. 5: absolute Feuchte bei 80% relativer Feuchte

Oben stehende Tabelle gibt den maximalen Feuchte- Gehalt der Luft wieder (bei 100% und bei 80%). Auch schon ab 80% relativer Feuchte kann es zu Schimmelbildung kommen.





Dieses Oberflächenkondensat wird bei einer porösen Oberfläche aufgesogen, bei einer nicht porösen Oberfläche bleibt das Kondensat angelagert. Auf allen Oberflächen kann Schimmel entstehen, da die normalerweise überall vorkommenden Schimmelsporen gute Lebensbedingungen vorfinden (Wärme, Nässe, Staub) und sich dann gut vermehren.

Poröse Oberflächen haben den Vorteil, dass sie die Feuchte puffern, d.h. ausgleichen können. Sie können also Feuchtespitzen ausgleichen. Sie können aber nicht Feuchte schlucken. Die Verwendung der wunderbaren Materialien wie Lehm, Kalk oder unbehandeltes Holz ersetzt regelmäßiges Lüften nicht.

4 gesundheitliche Bewertung Schimmelpilze

Bei einer Bewertung der Gesundheitsgefährdung von Schimmelpilzbelastungen im Innenraum sollten Umweltmediziner einbezogen werden.

Eine gute [Zusammenfassung findet sich bei enius](#): „Die gesundheitsschädliche Wirkung von Schimmelpilzen beruht im Allgemeinen auf einer Infektion, der Produktion von Mykotoxinen oder allergen wirksamen Stoffen. Bezüglich Infektionen konnte jedoch bisher keine Dosis-Wirkungsbeziehung gefunden werden. Niemand kann mit Sicherheit sagen, ab welcher Konzentration von Sporen in der Raumluft eine Infektion zu erwarten ist. Der erste Mediziner, der eine Schimmelpilz-Infektion diagnostiziert, ist oftmals erst der Pathologe. Daher weiß man, dass einige Arten Infektionen auslösen können. Im Gegensatz zu den Bakterien, ist für Schimmelpilze aber keine infektiöse Dosis bekannt. Eine einleuchtende Vermutung ist nur, dass mit steigender Konzentration auch die Wahrscheinlichkeit einer Infektion steigt. Dies wird durch epidemiologische Studien bestätigt.“

Je nach Raumnutzung und Gesundheitszustand der Nutzer (z. B. Allergiker) können auch sehr geringe Konzentrationen gesundheitliche Beschwerden hervorrufen.

5 Massnahmen gegen Schimmelbildung

a- durch richtiges und ausreichendes Lüften die Raumlufffeuchte ausreichend niedrig halten

b- geeignete Materialien für die Raum-Oberflächen verwenden

c- die Oberflächentemperatur durch geeignete Außenwand-Konstruktionen heben (gute Wärmedämmung) und Wärmebrücken sanieren

Diese Maßnahmen werden nachfolgend detailliert beschrieben, weitere Infos siehe auch www.a-bo.net/de/Feuchte.php

5.1 a- durch richtiges Lüften die Raumlufffeuchte ausreichend niedrig halten

Wenn es draußen kalt ist (in der Nacht, am frühen Morgen, im Winter), dann enthält die Außenluft absolut gesehen wenig Feuchte, auch wenn es ein Regentag ist und deshalb die relative Feuchte fast bei 100% liegt – siehe obenstehende Tabelle und die Berechnungsbeispiele.

Sämtliche Materialien, und speziell poröse, suchen stets ein Gleichgewicht zwischen Materialfeuchte und der Feuchte der sie umgebenden Luft. Die umgebenden Oberflächen können die Feuchtigkeit absorbieren und dann wieder abgeben.

Woher kommt überhaupt die Feuchte aus den Wohnungen?

Wir Menschen schwitzen (auch wenn wir es nicht spüren), wir atmen feuchte Luft aus, wir waschen, kochen, bügeln, baden und duschen.

Auch innerhalb der Wohnung zirkuliert Luft. An gefährdeten Stellen sollen Möbel nur in ausreichendem Abstand gestellt werden. Wer z.B. Schlafzimmer mit der warmen Luft aus dem Wohnzimmer heizen will, ohne die dem Schlafzimmer eigene Heizung zu verwenden, muss besonders die Maßnahmen b und c befolgen, sonst wird Schimmel gezüchtet. Wenn nämlich die warme (und deshalb besonders feuchte) Luft des Wohnzimmers das Schlafzimmer „heizt“ und sich damit abkühlt, wird sie natürlich relativ feuchter (bei gleicher absoluter Feuchte- siehe Tabelle). Somit steigt auch die Gefahr von Oberflächenkondensat.

5.2 b- geeignete Materialien für die Raum-Oberflächen verwenden

Besonders beachtet werden müssen die obersten Oberflächen, nämlich Wandfarben und Putze. Bei den Wandfarben ist besonders auf gute Fähigkeiten, Feuchte durchzulassen, zu achten. Natürliche Farben haben diese Fähigkeiten in hohem Maß, bei sog. Dispersionsfarben und Farben mit Kunststoffanteilen ist diese Fähigkeit eingeschränkt. Analoges gilt bei den Putzen, wobei die Putze auch die Aufgabe haben, Feuchtigkeit zu puffern, das heißt Feuchtigkeit aufzunehmen, wenn die Luft zu feucht ist, und diese Feuchtigkeit wieder abzugeben, wenn die Luft wieder trockener ist.

5.3 c- die Oberflächentemperatur durch geeignete Außenwand-Konstruktionen heben

Das Haus, die dritte Haut, schützt uns vor extremen Umweltbedingungen. Im Winter, wenn es draußen kalt ist, verhindert die Wärmedämmung, dass zuviel Wärme von innen nach außen fließt (es ist ein „Damm“ gegen den Wärmefluss). Je besser die Dämmwirkung, je niedriger „U-Wert“ (früher: k-Wert) ist, desto weniger Wärme bezogen auf die Fläche strömt nach außen, und desto höhere Oberflächentemperaturen innen erreiche ich.

Erstens bewirkt das eine Energieeinsparung und damit auch Geldeinsparung, zweitens eine massive Steigerung des Wohlbefindens.

Je nach Zustand der Bauelemente sind Verhaltensvorschriften und Nutzungseinschränkungen sinnvoll, welche unbedingt eingehalten werden müssen:

- die Luftfeuchte muss ausreichend niedrig gehalten werden; zu den Jahreszeiten, wo Außentemperaturen unter 0°C herrschen, soll in Aufenthaltsräumen die Luftfeuchte zwischen 40 und 50% bleiben
- diesen niederen Luftfeuchten können erreicht werden, indem wenig Feuchte produziert wird (z.B. die Wäsche draußen aufhängen, und nur wenn die Wäsche fast trocken ist, den Wäscheständer in die Wohnung stellen)
- regelmäßig stoßlüften, besonders zu den kalten Jahres- und Tageszeiten, täglich mindestens 6 Mal für circa 5 Minuten. Dadurch, dass die Fenster dicht schließen, ist ein manuelles Lüften unbedingt erforderlich.
- gut heizen auf 20-22°C.
- die Fenster nachts einen Spalt breit offen lassen; den Schlafkomfort nachspüren und erleben, wenn mehr geheizt aber eben gut gelüftet wird. Je kälter es draussen ist, desto kleiner kann der Spalt sein.





Fig. 9: Beispiel für einen Doppelkeil zum Fixieren des Fensters auf die gewünschte Spaltbreite

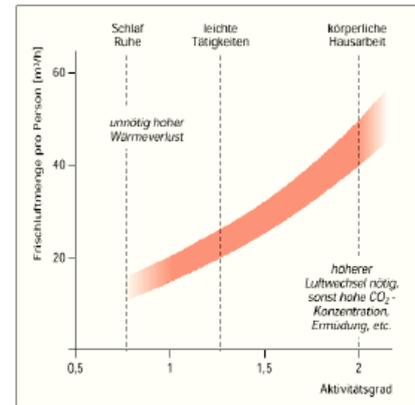


Fig. 10: Zusammenhang zwischen Bedarf an Frischluft und Aktivitätsaus: Bundesarchitektenkammer Deutschland, mit Förderung des BMU/UBA. Fortbildung CO2-Reduktion 1995

- sämtliche Möbel ca. 15-20cm von den Außenwänden weg stellen, damit die Wärme gut zukommt.

Gut gedämmte Gebäude wie Passivhäuser sind da wesentlich toleranter und geben weniger Nutzungseinschränkungen.

Alternativ zur manuellen Fensterlüftung kann auch eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingebaut werden. Dabei sind die baubiologischen Richtlinien einzuhalten.

5.4 Wohnkomfort

Wer sein Haus gut wärmedämmt, braucht keine Angst vor Schimmel haben und kann dafür den großen Komfort von hohen Oberflächentemperaturen genießen. Weiters muss das Haus auch nicht stark geheizt werden, was nicht nur die Brieftasche freut, sondern auch zu einer besseren Luftqualität verhilft. Auch bei den „Klimahäusern“ muss darauf geachtet werden, dass Wärmebrücken vermieden werden und dass Materialien verwendet werden, die den Feuchteaustausch ermöglichen.

5.5 Luftqualität

Zur Luftqualität möchte ich noch anmerken, dass es bei der heutigen Dichtigkeit der Fenster unumgänglich ist, oft zu lüften. Wenn die kontrollierte Lüftung eingesetzt wird (wie beim Klimahaus-Standard A und bei den Passivhäusern), wird ein guter Luftwechsel erreicht und zudem der Energieverbrauch gesenkt, da die Wärme rückgewonnen wird. Auf eine gute Auswahl der Anlage und Wartung ist zu achten, damit die Gesundheit der Menschen gewährleistet bleibt.

Eine kontrollierte Lüftung ist für eine Vermeidung von Schimmel zwar hilfreich, aber nicht unbedingt notwendig, wenn stattdessen manuell ausreichend gelüftet wird.

Natürliche Materialien, die uns umgeben, halten die Raumluft frei von schädigenden Stoffen. Baubiologisch versierte Planer und Berater helfen bei der Auswahl.

6 Was tun, wenn Schimmel festgestellt wird?

1. Die Ursache der Schimmelbildung muss gelöst werden
2. Mit geeigneten Werkzeugen (Spachtel, Fräse, ...) die befallenen Materialien entfernen. Dabei soll durch Absaugen des Staubes eine weitere Kontamination des Raumes vermieden werden. Aufsprühen von schimmelabtötender Flüssigkeit ist in der Regel überflüssig und nur für besondere Zwecke sinnvoll. Gesundheitsschädliche schimmelabtötende Mittel sind zu vermeiden! Tote Schimmelsporen sind auch allergisch wirksam, deshalb muss unbedingt das verschimmelte Material mechanisch entfernt werden. Ein Vernebeln von „schimmelabtötenden“ Flüssigkeiten ist ebenso überflüssig weil unwirksam. Auf der Webseite von HabitVital befinden sich weitere Hinweise und Dokumentationen.
3. Eine Feinreinigung durchführen.
4. Mit geeigneten Materialien sanieren.

Der Autor:

Arch.Dr. Bernhard Oberrauch ist freischaffender Architekt in Bozen, baubiologischer Berater und im Verein „baubiologie südtirol“ engagiert.

www.a-bo.net

www.habitvital.net

www.baubiologie.bz.it