

## 1. Raumluf

### 1.1 Warum ist Lüften so wichtig?

Ein richtiges und kontrolliertes Lüften der Räume ist erforderlich, um die Raumlufbelastung (erhöhter Kohlendioxidgehalt, Schadstoffgehalt, Staubkonzentration und die Radioaktivität) zu verringern. Je nach Einsatzzweck muss für den Raum die entsprechende Luftwechselrate gewählt werden. Neben diesem Fakt ist die Reduzierung der Luftfeuchtigkeit ein wichtiger Aspekt der Lüftung.

Der Mensch gibt ständig Feuchtigkeit an die Raumluf ab. Ebenso entsteht Feuchtigkeit beim Kochen, Duschen und durch Zimmerpflanzen. Die relative Luftfeuchtigkeit steigt daher stetig an, wenn die mit Feuchtigkeit angereicherte Luft nicht von Zeit zu Zeit ausgetauscht wird. Erfolgt dies nicht ausreichend, so kann es unter Umständen an kühleren Bauteilen zur Kondensatbildung oder Schimmelpilzbildung kommen. Das liegt daran, dass kühlere Luft weniger Feuchtigkeit aufnehmen kann als warme.

#### 1.1.1 Luftbedarf

Menschen atmen Sauerstoff mit der Luft ein und scheiden Kohlendioxid und Wasserdampf aus. Die Menge ist je nach Gewicht, Nahrung und Tätigkeit des Menschen unterschiedlich. Man rechnet im Mittel je Person mit 0,02 m<sup>3</sup>/Stunde Kohlendioxid und 100 g/Stunde Wasserdampferzeugung. Ein Kohlendioxidgehalt von 1-3 ‰ regt zum tieferen Atmen an, daher sollte der Anteil in der Wohnungsluf möglichst nicht über 1 ‰ liegen. Das bedingt bei einfachem Luftwechsel je Stunde einen Luftraum von 32 m<sup>3</sup> für jeden Erwachsenen und 15 m<sup>3</sup> für jedes Kind.

Schimmelpilzbildung allein einer falschen Lüftung zuzuordnen, ist grundsätzlich abzulehnen. Es gibt hierfür meist mehrere Ursachen wie zum Beispiel unzureichende Temperierung der Bauteiloberfläche, zu niedrige Raumtemperatur, moderne Wandbeschichtungen und ein zu kleines Raumvolumen.

Schimmelpilz entsteht aber nicht nur an kalten, sondern auch an warmen Wandoberflächen, also auch an einer wärme gedämmten Außenwand, wenn die entsprechenden Lebensbedingungen vorhanden sind.

Durch das Fraunhofer-Institut wurde die Luftwechselrate in Abhängigkeit der Lüftungsdauer und -art untersucht.

Lüftungsart	Luftwechselrate pro Stunde [m <sup>3</sup> /h]	Dauer der Lüftung für einen Luftaustausch
geschlossene Fenster und Türen	0,0 bis 0,5	mindestens 2 Std. (je dichter die Fenster, so geht der Wert gegen unendlich)
Fenster gekippt	0,5 - 2,0	0,5 Std. bis 2 Std.
halb geöffnetes Fenster	5 bis 10	6 bis 12 Min.
völlig offenes Fenster	9 bis 15	4 - 7 Min.
Querlüftung	40	2 - 3 Min.

(Quelle: Fraunhofer-Institut)

Geschlossene Fenster sind zur Lüftung erwartungsgemäß nicht geeignet. Ebenso bringen gekippte Fenster nur einen geringen Luftaustausch. Besser ist ein offenes Fenster oder eine kurze Querlüftung. Die Argumente, täglich 3 bis 4 Mal kräftig lüften, erfordern immer die Anwesenheit eines "Lüfters", ganz zu schweigen von der Gewohnheit und der persönlichen Einstellung. Auch bei Abwesenheit erhöht sich die Luftfeuchtigkeit zum Beispiel durch die Zimmerpflanzen. Lüften ist die wichtigste Maßnahme, um die Luftfeuchtigkeit in den Räumen zu senken.

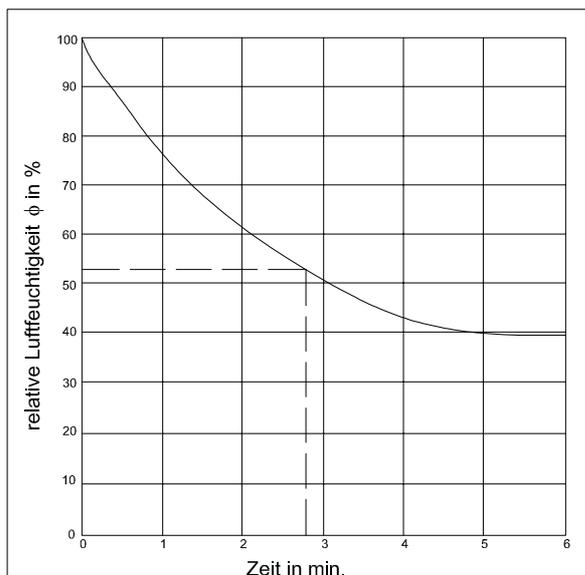
## 1.2 Aufgaben der Raumlüftung

Die Reduzierung der Luftfeuchtigkeit ist nicht die einzige Anforderung, die an eine moderne Raumlüftung gestellt wird. Ein kontinuierlicher und ausreichender Luftaustausch ist für den Bewohner eines Gebäudes äußerst wichtig. Es gilt verschiedene Kriterien zu erfüllen:

- Regulierung der Raumluftfeuchtigkeit
- Erneuerung der verbrauchten Atemluft
- Abtransport von Geruchs- und Schadstoffen
- Regulierung der Raumlufttemperatur
- Zuluffförderung für raumluftabhängige Feuerstätten
- Zuluffförderung für Abluftanlagen

Die einfachste und effektivste Art, frische Luft in einen Raum zu bringen, ist die Fensterlüftung.

### Abbau der relativen Luftfeuchtigkeit bei Stoßlüftung in Abhängigkeit der Zeit



(Quelle: nach Dahler)

Das Diagramm zeigt ein Beispiel der Stoßlüftung.

Nach einer starken Feuchtigkeitsbelastung der Raumluft steigt die Luftfeuchtigkeit von ursprünglich 53 % auf 100 % an. Bei einer Temperaturdifferenz von  $\Delta\vartheta = 13$  K und einer vollständig freien Öffnung von 1,00m x 1,20m wird die Luftfeuchtigkeit in 2,8 Minuten auf den anfänglichen Wert von 53 % abgebaut.

Anfangsklima: 16°C - 100 %

Außenklima: 3°C - 80 %

Raumvolumen: 40 m<sup>3</sup>

Öffnung: 1,00 m x 1,20 m

### 1.3 Taupunkttemperatur

Kühlt sich Luft soweit ab, dass die relative Luftfeuchtigkeit von 100% erreicht wird, spricht man von der sogenannten Taupunkttemperatur. Bei weiterer Unterschreitung dieser Grenztemperatur ist die Luft mit Wasserdampf übersättigt und gibt Wasserdampf in Form von Tauwasser ab. Die Tabelle zeigt bei welcher Temperatur sich Tauwasser einstellt.

Die niedrigsten Oberflächentemperaturen in Gebäuden stellen sich an Wärmebrücken ein. Aus diesem Grund ist in diesem Bereich auch die Gefahr von Tauwasserbildung am größten. Deshalb müssen Wärmebrücken gemäß DIN 4108 Teil 3 auch auf Tauwassergefahr untersucht werden.

Das in der Tabelle hervorgehobene Beispiel zeigt eine Temperatur von 20°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50%. Sinkt diese Temperatur auf unter 9,3°C ab, wird die Taupunkttemperatur erreicht und es kommt zum Tauwasserausfall.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Taupunkttemperatur in Abhängigkeit der Lufttemperatur und relativen Luftfeuchtigkeit auf.

Je nach Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit ergeben sich unterschiedliche Taupunkttemperaturen

Lufttemp. °C	Taupunkttemperatur in °C bei einer relativen Luftfeuchte $\phi$ 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

(Quelle: Schneider Bautabellen für Ingenieure 18. Auflage)

## 1.4 Raumlufffeuchtigkeit

Die Luft in der Atmosphäre enthält immer Wasserdampf. Je höher die Lufttemperatur ist, desto mehr Wasser kann die Luft aufnehmen. Das Verhältnis vom tatsächlichen zum maximal möglichen Wasserdampfgehalt (abhängig von Temperatur und Druck) nennt man relative Luftfeuchte. Diese Größe ist maßgebend für die Feuchteempfindung des Menschen.

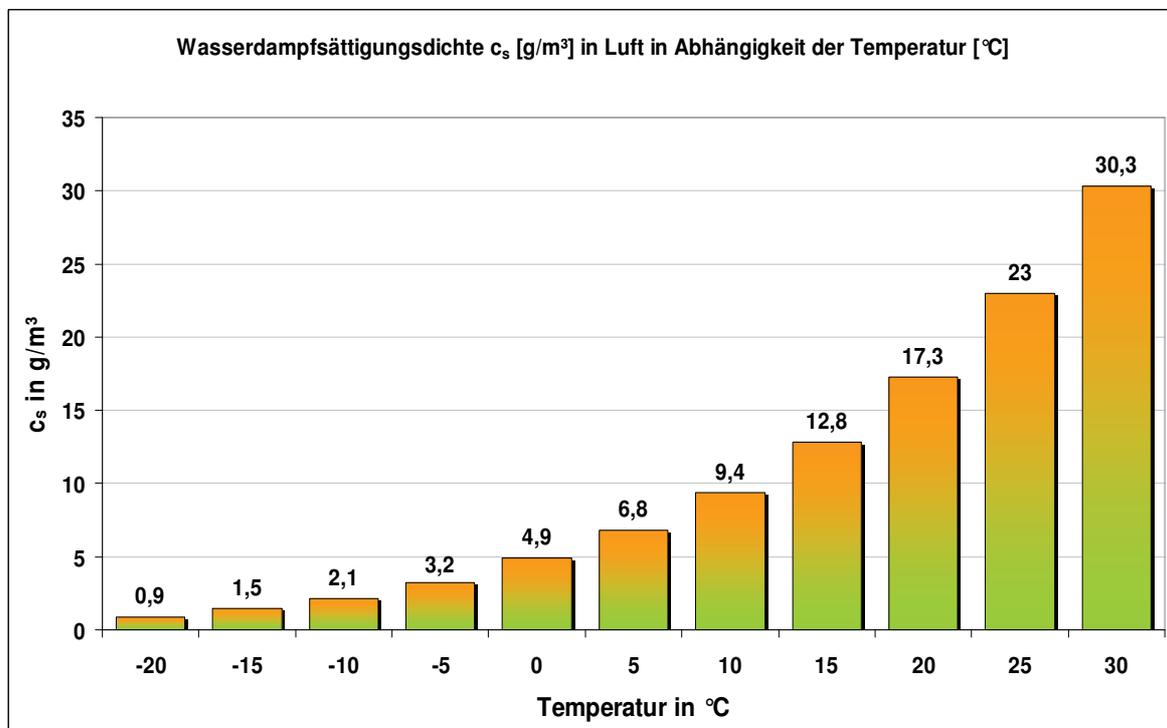
Erwärmt man ein bestimmtes Volumen von Luft, ohne den absoluten Wassergehalt zu verändern, kann die Luft mehr Wasser aufnehmen. Der maximal mögliche Wassergehalt steigt an, der tatsächliche Wassergehalt bleibt gleich. Da die relative Luftfeuchte der Quotient dieser beiden Größen ist, und der Nenner größer wird, verringert sich die relative Luftfeuchtigkeit im Raum. Umgekehrt führt eine Temperaturabsenkung zu einer höheren relativen Raumlufffeuchte.

### Beispielrechnung:

Die Raumlufftemperatur von 18 °C und 45 % relative Luftfeuchte wird auf 22 °C erwärmt und auf 14 °C bei gleichbleibendem Druck abgekühlt.

22 °C » 36 % relative Luftfeuchte

14 °C » 74 % relative Luftfeuchte



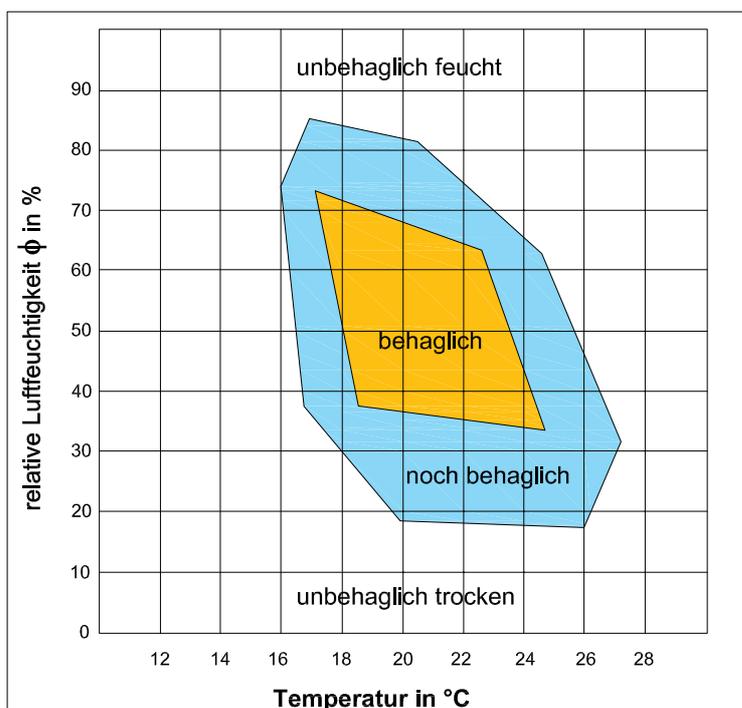
(Quelle: Schneider Bautabellen für Ingenieure 18. Auflage)

### 1.4.1 Menschliches Empfinden der Raumlufffeuchtigkeit

Der Mensch besitzt kein Sinnesorgan, um die relative Feuchte direkt zu empfinden, sondern ist auf sekundäre Empfindungen angewiesen, wie z.B. trockene Schleimhäute, Wärme-/ Kälteempfinden sowie Empfindungen der Thermoregulation wie Schwitzen und Schwüleempfinden. Der Mensch reguliert seinen Wärmehaushalt zu einem großen Teil über Verdunstung und diese Verdunstungswirkung wird direkt durch die relative Luftfeuchte beeinflusst. Die Atemwege des Menschen sind ständig mit flüssigem Schleim ausgekleidet und die eingeatmete Luft wird durch diesen Schleim befeuchtet und vom Staub gereinigt. Die Flimmerhärchen transportieren den Schleim dann ab. Bei trockener, staubreicher Luft wird mehr Feuchtigkeit benötigt und die Schleimhäute trocknen aus.

### 1.4.2 Behaglichkeit

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich Menschen bei Raumtemperaturen zwischen 21 °C und 22 °C bei einer relativen Raumlufffeuchte von 40 % bis 50 % am wohlsten fühlen. Bei normalem Lüftungsverhalten kann die geforderte Raumlufffeuchte besonders an kalten Wintertagen ohne aktive Befeuchtung nicht sichergestellt werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass der Staubgehalt der Raumluff ebenfalls niedrig gehalten werden soll, denn staubhaltige Luft wird von den Schleimhäuten als trockene Luft empfunden. Dieser Zustand kann durch viele Materialien, die bei der Raumgestaltung eingesetzt werden, noch verschlimmert werden, da insbesondere Textilien bei niederen Feuchten verstärkt Fasern und Staubpartikel an die Raumluff abgeben. Durch diese negativen Effekte wird der Eindruck trockener Luft verstärkt.



(Quelle: Verband Fenster Fassade (VFF))

### 1.4.3 Wie wird die Raumlufffeuchte in Gebäuden beeinflusst?

Der Mensch setzt je nach Aktivität zwischen 50 g und 200 g Wasser pro Stunde als Feuchtigkeit frei. Dieses Wasser erhöht die relative Luftfeuchtigkeit im Raum. Es fällt nicht gleichmäßig, sondern in Abhängigkeit der Nutzung sehr ungleichmäßig an. Ein zu großer Feuchtigkeitsanfall z.B. im Bad oder in der Küche muss umgehend durch Lüftung reduziert werden, während in anderen Wohnbereichen die Luftfeuchtigkeit zu niedrig ist (Wohnzimmer). Den größten Einfluss auf die Raumlufffeuchtigkeit hat das Lüftungsverhalten. Im Winter kann die Außenluft aufgrund der niedrigen Außentemperaturen nur sehr wenig Wasserdampf aufnehmen. Erwärmt man beispielsweise Außenluft von 0 °C und 80 % relative Luftfeuchtigkeit auf 22 °C, dann beträgt die relative Feuchte dieser erwärmten Luft nicht mehr als 20%. Die tatsächliche relative Raumlufffeuchte wird bestimmt durch die Personenaktivitäten, wie Kochen, Duschen und die Lüftungsgewohnheiten. Dies ist auch der Grund, warum in Büros und Kaufhäusern häufiger über trockene Luft geklagt wird als in Wohnungen, da in Büros und Kaufhäusern wegen der hohen Personendichte und der vielen Schadstoffquellen eine sehr viel höhere Luftwechselrate notwendig ist als im Wohngebäude.

## 2. Schimmelpilz

### 2.1 Warum entsteht Schimmelpilz?

Schimmelpilz entsteht bei einer länger wirkenden Durchfeuchtung eines Materiales, meist infolge von Tauwasser (Schwitzwasser) am Bauteil. Hierbei reicht es schon aus, wenn die Bauteiloberfläche über einige Tage einer relativen Luftfeuchtigkeit von > 80% ausgesetzt ist. Hier finden die in der Luft schwebenden Sporen einen idealen Nährboden, um wachsen und gedeihen zu können. Schon nach kurzer Zeit beginnen sich z. B. Tapeten abzulösen, es riecht modrig. Bevorzugte Stellen innerhalb einer Wohnung sind die Flächen, die von der beheizten Raumluff nur bedingt erreicht werden:

- hinter Vorhängen
- Außenwandflächen hinter Möbeln / Schränken
- Fensterlaibungen

Die Ursache für diesen Vorgang ist das Wasseraufnahmeverhalten der Luft. Dieses ist abhängig von der Temperatur. So kann 25 °C warme Luft bis zu 23 g Wasser aufnehmen, bei 0 °C hingegen sind es gerade noch 4,9 g. Erwärmt man 0 °C warme Luft wiederum auf 20 °C, dann stellt sich eine relative Luftfeuchtigkeit von ca. 30% ein. Daher kann man auch bei nasskaltem Wetter lüften, und hierbei eine Senkung der Raumfeuchte erreichen.

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass ein Abkühlen der Raumluft Tauwasser freisetzen kann. Kühlt sich die Luft bei einer Raumtemperatur von 20 °C und ca. 50 % relativer Luftfeuchte auf 9,3 °C ab, ist sie nicht mehr in der Lage Wasser zu binden und es fällt Kondensat aus. Der sogenannte "Taupunkt" ist erreicht.

Die Gefahr der Schimmelpilzbildung wird neben der luftdichteren Bauweise auch durch die verbesserte Wärmedämmung von Wärmeschutzverglasungen erhöht. Anstelle von Einfach- oder Isolierverglasungen werden heute moderne Wärmeschutzverglasungen mit guten Glasabstandhalter eingesetzt. Daher ist im Bereich der Verglasungen nur noch sehr geringer Tauwasserausfall zu beobachten.

Die Schimmelpilzproblematik ist sehr häufig in Bestandsgebäuden, nach Austausch oder Sanierung von Fenstern, sowie in Neubauten mit Räumen erhöhter Raumluftfeuchtigkeit feststellbar.

In Bestandsgebäuden stellen Fenster häufig das "schwächste" Bauteil dar. Hier fand ein unkontrollierter Luftwechsel sowie Tauwasserausfall an der Isolierglasoberfläche statt. Werden diese nun durch moderne Fenster ersetzt, verlagert sich dieses Phänomen an das ungünstigere Bauteil. Dies ist häufig die Fensterlaibung.

Die heutigen Wärmeschutzanforderungen an Gebäude bzw. an einzelne Bauteile führen zu immer geringerem Heizwärmebedarf. Je geringer der Heizwärmebedarf ist, desto größer wird der Anteil des Lüftungswärmeverlustes. Daher wird eine immer dichtere Bauweise von Gebäuden und die stetige Weiterentwicklung von einzelnen Bauteilen gefordert. Diese führen zu immer geringeren Luftwechselraten in Gebäuden.

Durch die stetige Weiterentwicklung von Bauteilen steigt die Gefahr der Schimmelpilzbildung.

#### Wie kann entgegen gewirkt werden?

- Nutzerverhalten ändern
- Richtiges Lüften
- Planung der Montage und Bauausführung

## 2.2 Folgen von Schimmel

### Gesundheitliche Folgen

Die Gefahr geht vor allem von Sporen aus, durch die sich der Pilz vermehrt. Sie schweben, ähnlich wie Staubpartikel, durch die Luft und sind für das bloße Auge nicht erkennbar. Die Sporen können über die Atemwege oder die Haut aufgenommen werden und zu verschiedenen Krankheitserscheinungen führen. Das gesamte Spektrum allergischer Reaktionen reicht von Hautreizungen, grippeähnlichen Beschwerden über schwere Erschöpfungszustände. Einen weiteren Hauptkomplex bilden Atemwegserkrankungen, verbunden mit Reizhusten und Engegefühl in der Brust bis hin zu allergischem Asthma. Häufig leiden als Hausstaub- oder Milbenallergiker diagnostizierte Personen auch unter einer Schimmelpilzallergie. Dieser wird allerdings oftmals zu wenig Beachtung geschenkt, und gegen deren Ursache somit auch nichts unternommen. Wichtigste Maßnahme zur Bekämpfung der Krankheitsbilder ist jedoch, neben dem Arztbesuch, die Einkapselung der Sporen bzw. die komplette, fachgerechte Entfernung des Schimmelpilzes.



### Weitere Folgen von Schimmelpilz:

#### Stockflecken:

Stockflecken auf Tapeten oder an der Decke deuten auf schlecht gelüftete Räume hin oder, wenn nur örtlich vorhanden, auf mangelnde Dämmung und Wärmebrücken an Außenbauteilen.

#### Unangenehmer Geruch:

Die negativen Auswirkungen auf das Wohlbefinden werden meist unterschätzt.

#### Insektenbefall:

Günstige Bedingungen für Insekten, Bakterien, Milben (= Krankheitserreger).

#### Zerstörung der Bausubstanz:

Aktivierung von Salzen, Frostschäden, Pilzbefall, Korrosion

#### Höherer Heizbedarf:

Erhöhter Heizwärmebedarf durch verschlechterte Wärmedämmung infolge erhöhter Mauerwerksdurchfeuchtung

## 2.3 Kampf dem Schimmelpilz

Falls nicht sofort mit Sanierungsmaßnahmen begonnen werden kann ist zu prüfen, ob die befallenen Stellen übergangsweise - möglichst ohne Staubverwirbelung - gereinigt und desinfiziert werden können, zum Beispiel mit 70%-igem Ethylalkohol (Ethanol) bei trockenen Flächen und 80%-igem Ethylalkohol bei feuchten Flächen.

Durch kontrolliertes, richtiges Lüften und Heizen kann die Luftfeuchtigkeit im Raum reduziert und gleichzeitig Schimmelpilzwachstum eingeschränkt werden. Weiterhin kann durch ein Abrücken der Möbel von schlecht gedämmten Außenwänden (ca. 5 cm Abstand) die Gefahr von Taupunktunterschreitungen an schwer zugänglichen Stellen verringert und damit einem weiteren Schimmelpilzwachstum vorgebeugt werden.

Diese Maßnahme ist nur sinnvoll, wenn zuvor bereits vorhandene Schimmelpilzsporen entfernt worden sind. Grundvoraussetzung für den Erfolg einer Sanierung ist die Beseitigung der Ursachen, die zu Schimmelpilzwachstum geführt haben. Bauseitige Schäden sind zu beheben und die Raumnutzer darüber aufzuklären, wie in Zukunft ein Schimmelpilzwachstum vermieden werden kann.

Der Sanierungsaufwand sollte dem Ausmaß des Schadens und der Art der Raumnutzung angepasst werden. Dabei spielen u.a. folgende Gesichtspunkte eine Rolle:

- Größe der befallenen Fläche
- Stärke des Befalls (einzelne Flecken oder „dicker“ Schimmelpilzbelag),
- Tiefe des Befalls (oberflächlich oder auch in tieferen Schichten),
- Vorkommende Schimmelpilzarten (wichtig für das Allergie und Infektionsrisiko, manche Schimmelpilzarten bilden giftige Toxine),
- Art der befallenen Materialien (auf raumseitig, rasch ausbaubaren Materialien oder im Mauerwerk)
- Art der Nutzung (Lagerraum, Wohnraum, Kindergarten, Krankenhaus)

Aufgrund dieser Kriterien ist mit Sachverstand eine Gesamteinschätzung vorzunehmen. Anschließend sind die sich daraus abzuleitenden Schutzmaßnahmen bei der Sanierung zu formulieren.

### Mit Chemikalien gegen den Schimmel vorgehen?

Die Beseitigung von Schimmel mittels Chemikalien ist beliebt, bekämpft aber nur die Symptome und nicht die Ursachen, denn ohne eine Veränderung im Wohnverhalten kommt der Schimmel immer wieder. Vorsicht ist auch bei den berühmten "Hausmitteln" (wie Spiritus-Essig-Mischungen) angesagt, sie schaden oft mehr als sie nutzen.

Verwendet man Essig auf auf kalkhaltigen Untergründen (Putze etc.) kann der Kalk den hohen PH Wert des Essigs neutralisieren und somit dessen Wirkung zu Nichte macht.

Zudem kann Essig die Grundlage für ein verstärktes Schimmelpilzwachstum sein, da Essig verschiedene Nährstoffe beinhaltet.

### Grundsätzlich gilt:

Größere Schäden sollten durch Fachleute begutachtet werden! Besonders wenn Nutzerfehler (wie mangelnde Beheizung und Lüftung) mit Bauwerkfehlern zusammentreffen, sollte man einen Bausachverständigen einschalten. Dieser kann auch klären, inwieweit Baumängel hauptsächlich für den Schimmelpilzbefall verantwortlich sind.

## 3. Lüften

### 3.1 Wie wird richtig gelüftet?

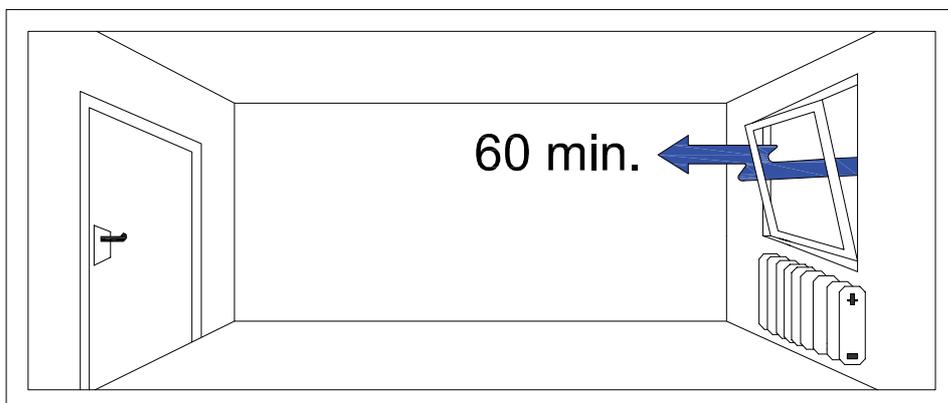
Fensterlüftung erfordert von den Nutzern besondere Aufmerksamkeit, damit sämtliche Räume möglichst energiesparend mit ausreichend Frischluft versorgt werden. Fensterlüftung ist daher schwer zu dosieren.

Wird zu wenig gelüftet, verschlechtert sich die Raumluftqualität durch zunehmende Kohlendioxid-Konzentrationen und unangenehme Gerüche. Die Luftfeuchtigkeit steigt an und es kann zu Bauschäden kommen.

Deshalb ist es sinnvoll, alternativ den Einsatz anderer Lüftungsmethoden zu betrachten. Diese zusätzliche Technik entbindet die Bewohner von der oftmals aufwendigen Lüftungsarbeit und verringert die Gefahr einer Tauwasser- bzw. Schimmelpilzbildung bei minimalen Energieverlusten.

### 3.2 Lüftungsarten

#### Kipplüftung:



Bei gekippten Fenstern dauert es ca. 60 Minuten, bis die verbrauchte Raumluft vollständig ausgetauscht ist. Meist bleiben die Fenster über einen zu langen Zeitraum gekippt, was zu einem unnötig hohen Luftwechsel führt.

Weiterer Nachteil:

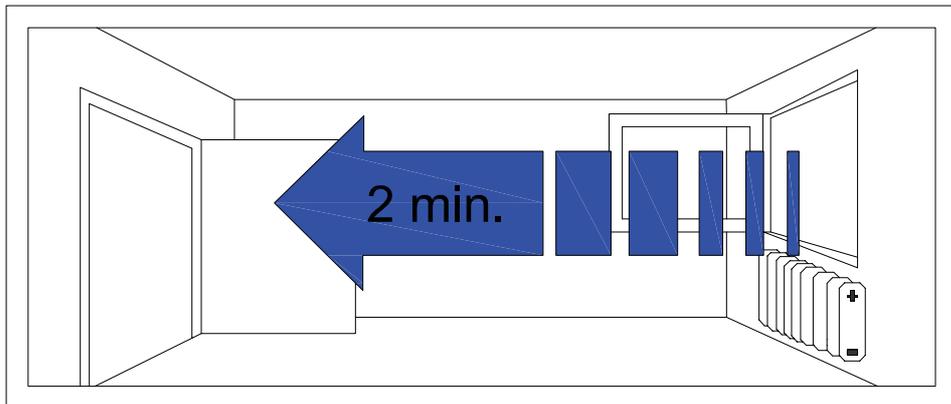
Die Fensterlaibungen, die umgebenden Bauteile, so wie Inneneinrichtungen kühlen stark aus. Dadurch verlängert sich die Zeit für das erneute Aufheizen des Raumes und es besteht Gefahr, dass sich Feuchtigkeit auf den ausgekühlten Flächen niederschlägt.

Wenn die Dauerlüftung auch noch bei geöffneten Thermostatventilen erfolgt, wird ein Großteil der aufsteigenden Warmluft von Heizkörpern ungenutzt nach außen geleitet.

Für Einbrecher sind gekippte Fenster eine willkommene "Einstiegsmöglichkeit". Bei Schlagregen können große Wassermengen in die Wohnräume gelangen.

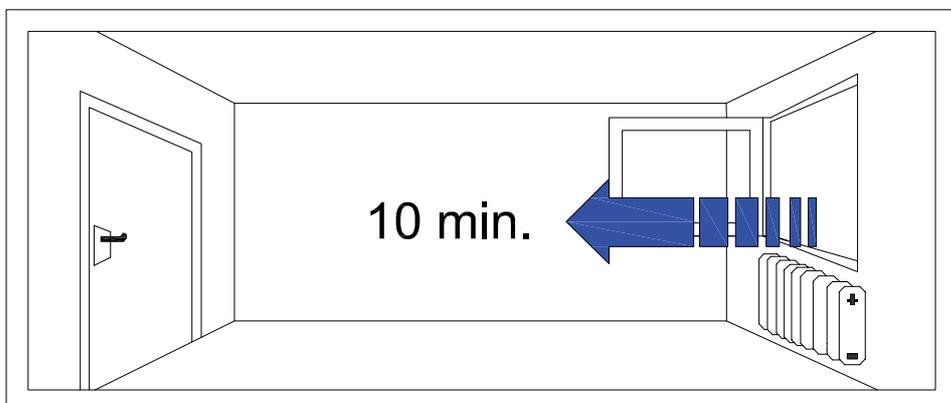
Viele Nachteile sprechen gegen eine Dauerlüftung mit gekippten Fenstern. Diese Form der Lüftung ist aus energetischen Gründen allenfalls außerhalb der Heizperiode, von Mai bis September, zu empfehlen.

Querlüftung



Durch vollständig geöffnete Fenster bzw. Türen, die sich möglichst gegenüber liegen sollten, kann ein Raum innerhalb kürzester Zeit gelüftet werden. Das ist die effektivste und energiesparendeste Form des Lüftens, wenn die Dauer konsequent auf wenige Minuten begrenzt wird.

Stoßlüftung



Bei einem geöffneten Fenster dauert ein vollständiger Austausch der verbrauchten Raumluft zwischen 5 und 10 Minuten in den Wintermonaten.

