

Schimmelpilz in Wohnräumen

Bewertung von Wohnklima, Luftaustausch und Luftkeim-Messung

Thomas Möller (Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing.)

Sachverständiger für Schimmelpilz (TÜV geprüft)

Energieberater (HWK)

Brunhamstraße 43 - 81249 München

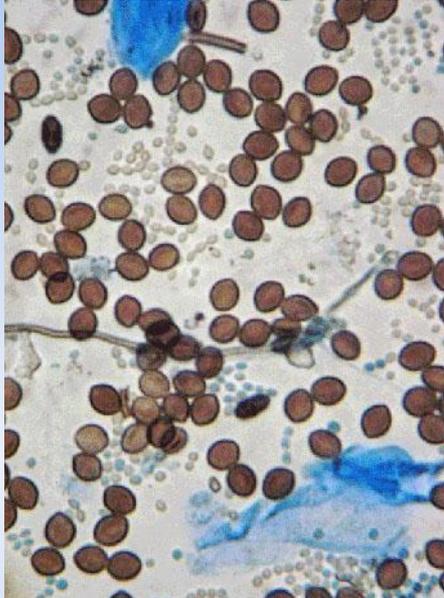
Tel. 089-871 2454 - Fax. 089-871 2434

www.schimmelpilz-gutachter.com - info@schimmelpilz-gutachter.com

Themen:

- **Wie entsteht Schimmelpilz?**
- **Woher kommt die Feuchtigkeit zur Schimmelpilzbildung?**
- **Was hat Lüften mit der Mauerfeuchtigkeit zu tun?**
- **Oberflächentemperaturen an Wänden und der Taupunkt der Luft**
- **Wie viel Feuchtigkeit wird in die Raumlufte eingetragen?**
- **Wie werde ich die Feuchtigkeit in der Raumlufte wieder los?**
- **Kann die Wohnung mit zumutbarem Aufwand manuell gelüftet werden?**
- **Lösungen zur Vermeidung von Schimmelpilz**
- **Ist eine Lüftungsanlage zur Vermeidung von Schimmelpilz notwendig?**
- **Verbreitung von Schimmelpilz-Sporen durch Lüftungsanlagen**
- **Luftkeim- und Luftpartikel-Messung zur Qualitätssicherung**

Was braucht der Schimmelpilz zum Wachstum ?



**Schimmelpilz-
Sporen**



Tapeten
Dispersions-
farben
Holz
Organische
Stoffe
Silikonfugen
Dämmung

Nährgrund



Feuchtigkeit



**Schimmel-
pilzbefall**

Wesentliche Ursache für den Schimmelpilz = Feuchtigkeit

Woher kommt die Feuchtigkeit ?

Kondensation der Raumluft

- Wärmebrücken
- Hohe Luftfeuchtigkeit
- Kalte Witterung
- Raum gering beheizt
- Warme Außenluft im Keller

In das Mauerwerk eindringende Feuchtigkeit

- Wasserschaden
- Undichtes Dach
- Undichtes Mauerwerk
- "Aufsteigende
Feuchtigkeit" im Keller

Was hat Lüften mit der Feuchtigkeit im Mauerwerk zu tun ?

"Entsorgung" der
in die Raumluft
eingetragene
Feuchtigkeit

Reduzierung der
relativen
Luftfeuchtigkeit

Was hat die Raumluft mit feuchten Wänden zu tun ?

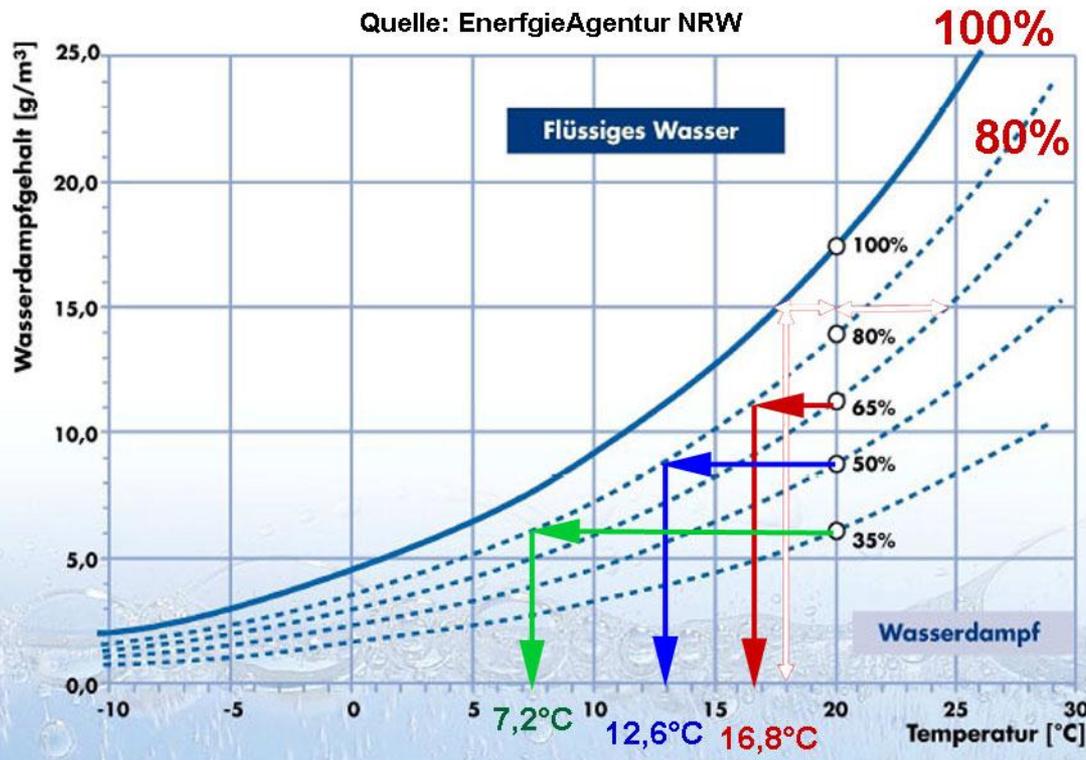


- Die in der Luft gebundene Feuchtigkeit steht mit der in festen Körpern gebundenen Feuchtigkeit im ständigen Ausgleich
- Eine hohe relative Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche des Mauerwerks führt zu hohen Werten der Feuchtigkeit am Mauerwerk (zumindest Oberfläche)
- Nicht die "feuchte" Luft führt zur Bildung von Schimmelpilz, sondern erst die hohe Feuchtigkeit im Mauerwerk
- Kritische Ausgleichsfeuchte für das Wachstum von Schimmelpilz ist $a_w = 0,8$ (entspricht rel. Luftfeuchtigkeit von 80%)

Trockene Luft schützt vor Schimmelpilzbildung

Taupunktkurve

Quelle: EnergieAgentur NRW



Relative
Luftfeuchtigkeit
Raumluft (20°C)

Kritische
Temperatur bei
80% rel. Luftf.

65%

16,8°C

50%

12,6°C

35%

7,2°C

Je höher die relative Luftfeuchtigkeit bzw. je niedriger die Oberflächentemperatur, umso höher steigt die Gefahr der Überschreitung der 80% rel. Luftfeuchtigkeit ($a_w > 0,8$) und damit die Bildung von Schimmelpilz.

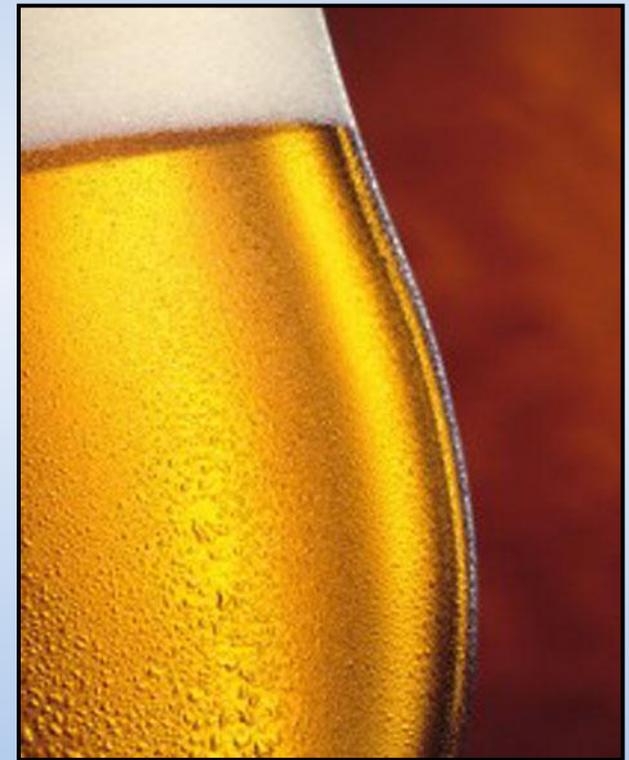
Kondensation der Raumluft

Der "Bierflasche im Biergarten-Effekt":

Kühlt die Luft an kalten Gegenständen unter die „Taupunkt-Temperatur“ ab, dann kondensiert der in der Luft gebundene Wasserdampf

Taupunkt-Temperaturen (Basis 20°C):

| Relative Luftfeuchtigkeit im Wohnraum | Taupunkt (bei 100% rel. Feuchte) | Temperatur bei 80% rel. Feuchte |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 40% | 5,4°C | 9,2°C |
| 50% | 9,2°C | 12,6°C |
| 60% | 11,5°C | 15,2°C |
| 70% | 14,0°C | 17,9°C |



Oberflächentemperaturen in Gebäuden

Oberflächentemperaturen auf der Basis Raumtemperatur: 20°C

| Außen-temperatur | FRSI = 0,75 (Neubau) | FRSI = 0,70 | FRSI = 0,6 (Altbau) | FRSI = 0,5 (Altbau) |
|------------------|-------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| +10°C | 17,5°C | 17,0°C | 16,0°C | 15,0°C |
| +5°C | 16,3°C | 15,5°C | 14,0°C | 12,5°C |
| 0°C | 15,0°C | 14,0°C | 12,0°C | 10,0°C |
| -5°C | 13,8°C | 12,5°C | 10,0°C | 7,5°C |
| -10°C | 12,5°C | 11,0°C | 8,0°C | 5,0°C |
| -15°C | 11,3°C | 9,5°C | 6,0°C | 2,5°C |

**Kritische Temperatur 12,6°C bei 80% rel. Luftfeuchtigkeit
(Schimmelpilz-Kriterium)**

Trockene Luft zur Vermeidung von Schimmelpilz

Maximal zulässige relative Luftfeuchtigkeit bei 20°C Raumtemperatur:

| Außen-temperatur | FRSI = 0,75 (Neubau) | FRSI = 0,70 | FRSI = 0,6 (Altbau) | FRSI = 0,5 (Altbau) |
|------------------|-------------------------|-------------|------------------------|------------------------|
| +10°C | 70% | 67% | 63% | 59% |
| +5°C | 69% | 61% | 56% | 52% |
| 0°C | 59% | 56% | 49% | 43% |
| -5°C | 55% | 52% | 43% | 37% |
| -10°C | 52% | 46% | 38% | 32% |
| -15°C | 47% | 42% | 34% | 26% |

Zur Vermeidung von Schimmelpilz in Altbauten sind niedrige Werte für die relative Luftfeuchtigkeit bei kalter Witterung unbedingt notwendig (= trockene Luft)

Eintrag von Feuchtigkeit in die Raumluft



- Atmen
- Duschen
- Kochen, Spülen
- Wäsche waschen
- Wäsche trocknen
- Topfpflanzen

8 Liter pro Tag
(4-Personen-Haushalt
ohne Wäsche trocknen)

Wie werde ich die Feuchtigkeit in der Raumluft los ?

| Beispiel für eine Standard-Luftwechselbilanz | |
|--|--------------------|
| Rauminhalt der Wohnung mit 80 m ² | 200 m ³ |
| Wasserdampfgehalt Raumluft 20°C / 50% (7,65 g/m ³ * 200) | 1,53 kg |
| Wasserdampfgehalt Außenluft 0°C / 75% (3,6 g/m ³ * 200) | 0,72 kg |
| Entsorgung von Wasserdampf pro Luftaustausch (Differenz) | 0,81 kg |
| Eintrag an Wasserdampf in die Raumluft (pro Tag) | 8 kg |
| Notwendige Anzahl der Luftwechsel zur Entsorgung von 8 kg Wasserdampf | 9,9 / Tag |

Bei höheren Außenlufttemperaturen bzw. Werten der relativen Luftfeuchtigkeit wird eine geringere Menge an Wasserdampf pro Luftwechsel "entsorgt".
Deshalb wird dann eine höhere Anzahl an Luftwechseln notwendig !

Wie werde ich die Feuchtigkeit in der Raumluft los ?

| Beispiel für eine Luftwechselbilanz - -5°C Außentemp. | |
|--|--------------------|
| Rauminhalt der Wohnung mit 80 m ² - Altbau | 200 m ³ |
| Wasserdampfgehalt Raumluft 20°C / 37% (6,4 g/m ³ * 200) | 1,28 kg |
| Wasserdampfgehalt Außenluft -5°C / 70% (2,24 g/m ³ * 200) | 0,49 kg |
| Entsorgung von Wasserdampf pro Luftaustausch (Differenz) | 0,79 kg |
| Eintrag an Wasserdampf in die Raumluft (pro Tag) | 8 kg |
| Notwendige Anzahl der Luftwechsel zur Entsorgung von 8 kg Wasserdampf | 10,1 / Tag |

Wie werde ich die Feuchtigkeit in der Raumluft los ?

| Beispiel für eine Luftwechselbilanz - +5°C Außentemp. | |
|--|--------------------|
| Rauminhalt der Wohnung mit 80 m ² - Altbau | 200 m ³ |
| Wasserdampfgehalt Raumluft 20°C / 52% (9,0 g/m ³ * 200) | 1,80 kg |
| Wasserdampfgehalt Außenluft +5°C / 85% (5,81 g/m ³ * 200) | 1,16 kg |
| Entsorgung von Wasserdampf pro Luftaustausch (Differenz) | 0,64 kg |
| Eintrag an Wasserdampf in die Raumluft (pro Tag) | 8 kg |
| Notwendige Anzahl der Luftwechsel zur Entsorgung von 8 kg Wasserdampf | 12,5 / Tag |

Wie werde ich die Feuchtigkeit in der Raumluft los ?

| Beispiel für eine Luftwechselbilanz - -5°C Neubau | |
|--|--------------------|
| Rauminhalt der Wohnung mit 80 m ² | 200 m ³ |
| Wasserdampfgehalt Raumluft 20°C / 55% (8,65 g/m ³ * 200) | 1,90 kg |
| Wasserdampfgehalt Außenluft -5°C / 70% (2,24 g/m ³ * 200) | 0,49 kg |
| Entsorgung von Wasserdampf pro Luftaustausch (Differenz) | 1,41 kg |
| Eintrag an Wasserdampf in die Raumluft (pro Tag) | 8 kg |
| Notwendige Anzahl der Luftwechsel zur Entsorgung von 8 kg Wasserdampf | 5,7 / Tag |

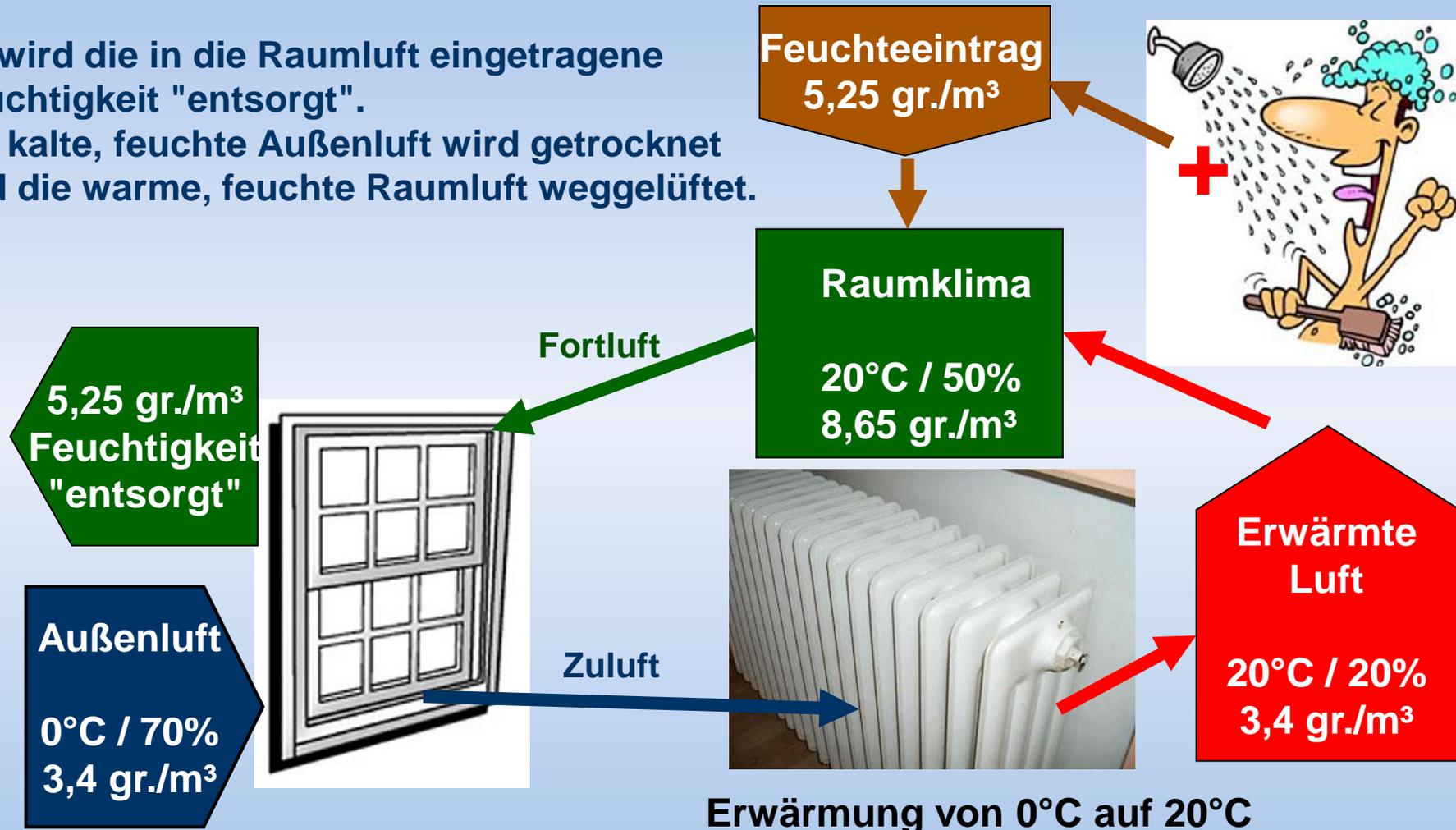
Bei höheren Außenlufttemperaturen bzw. Werten der relativen Luftfeuchtigkeit wird eine geringere Menge an Wasserdampf pro Luftwechsel "entsorgt".
Deshalb wird dann eine höhere Anzahl an Luftwechseln notwendig !

Kann die Wohnung mit normalem Aufwand ausreichend gelüftet werden?

| | Altbau alte Fenster | Altbau Fenstertausch | Neubau |
|---|------------------------|-------------------------|--------|
| Luftwechselrate (Stoßlüftungen pro Tag) | 10 | 10 | 6 |
| Lüftung durch Infiltration (Grundluftwechselrate) | 6,0 - 8,0 | 2,5 | 2,0 |
| Fensterlüftungen ("zumutbar") | 3 - 4 | 3 - 4 | 3 - 4 |
| Summe Lüftungen pro Tag | 9 - 12 | 5,5 - 6,5 | 5 - 6 |
| Ausreichende Lüftung | ja | nein | ja |
| Lufttechnische Maßnahmen zum Feuchteschutz notwendig ? | keine | ja mind. 4 Luftw. | keine |

Die erhöhte Gesamtluftwechselrate bei Altbauten mit dichten Fenstern basiert auf der notwendigen niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit zur Vermeidung von Schimmelpilz

So wird die in die Raumluft eingetragene Feuchtigkeit "entsorgt".
Die kalte, feuchte Außenluft wird getrocknet und die warme, feuchte Raumluft weggeführt.



Raumklima zur Vermeidung von Schimmelpilz

- **Wichtigster Faktor ist die Vermeidung der Kondensation der Raumluft**
- **Die Raumluft muss so "trocken" sein, dass die Raumluft nicht an den kalten Stellen des Mauerwerks kondensiert.**
- **Während der Heizperiode müssen benutzte Räume beheizt und gelüftet werden. Tür zu bei nicht genutzten Räumen.**
- **Die Intensität der Wohnungslüftung (Anzahl der "Stoßlüftungen") hängt von der Nutzung (Feuchtigkeitseintrag), Außenlufttemperatur und der Wirksamkeit der Dämmung des Mauerwerks ab.**
- **Die Einhaltung empfohlener Werte für die relative Luftfeuchtigkeit ist der Schlüssel zur Vermeidung von Schimmelpilz. Die Raumtemperatur spielt im Bereich von 16°C bis 24°C eine nur untergeordnete Rolle.**

Lösungen zur Vermeidung von Schimmelpilz

- **Verbesserung der Wärmedämmung, insbesondere im Bereich kritischer Wärmebrücken (DIN 4108-2)**
- **Passives Lüftungssystem mit Fensterfalzlüfter in den Fenstern (DIN 1946-6)**
- **Ventilator betriebenes Lüftungssystem als Abluftsystem oder mit Umluft / Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung (DIN 1946-6 bzw. DIN 18017-3)**
- **Ventilator betriebene Lüftungssysteme müssen für den Nennbetrieb (ca. 12-facher Luftwechsel pro Tag) ausgelegt sein.**

Lüftungsanlagen und Schimmelpilz

- **Eine Lüftungsanlage mit Auslegung für die Nennlüftung (DIN 1946-6) ist neben der zusätzlichen Dämmung der Wärmebrücken die effektivste Art Schimmelpilz in Wohnungen zu vermeiden.**
- **Durch die hohe Luftwechselrate in den Lüftungskanälen kommt es in Lüftungsanlagen kaum zur Bildung von Schimmelpilz, außer bei zeitweise stillgelegten Anlagen.**
- **Die Filter, insbesondere Feinstaubfilter (H-Klasse), sammeln die Schimmelpilz-Sporen neben anderen Schadstoffen. Sie müssen periodisch ausgetauscht werden (normale Systemwartung).**
- **Zur Vermeidung von hoher relativer Luftfeuchtigkeit und Bildung von Schimmelpilz sollten die Regelungen für die Lüftungsanlage feuchtegeführt sein (auch entsprechend der Außentemperatur).**

Verbreitung von Schimmelpilz-Sporen durch Lüftungsanlagen

- **Schimmelpilzbefall in Lüftungsanlagen selbst ist während des Betriebs sehr selten**
- **Verbreitung von Schimmelpilz-Sporen durch Schimmelpilz-Schäden durch die Lüftungsanlage (wegen der erhöhten Luftzirkulation) ist möglich**
- **Raum mit Schimmelpilz-Schaden soll abgeschottet werden. Auf keinen Fall die Lüftungsanlage während der Beseitigung des Schimmelpilz-Schadens "angeschlossen" lassen.**
- **Nach der Sanierung des Schimmelpilz-Schadens die Filter wechseln, eventuell Luftschächte reinigen und zum Abtöten der Sporen "vernebeln".**

Luftkeim- / Luftpartikel-Messungen



Luftkeim-Sammler
Holbach MBASS 30

- Bei der Luftkeim-Messung wird die Raumluft auf eine Nähbodenschale "geblasen". Nach dem "Ausbrüten" im Labor werden die Schimmelpilz-Kolonien gezählt und die Schimmelpilzart bestimmt.
- Bei der Luftpartikel-Messung wird die Raumluft auf einen Objektträger mit Klebeschicht geblasen. Der Objektträger wird mikroskopisch untersucht.
- Beide Messmethoden dienen der Feststellung, ob die Raumluft mit Schimmelpilz-Sporen belastet ist und eventuell ein Schimmelpilzbefall vorliegt.
- Als flankierende Maßnahme ist eine MVOC-Messung möglich (Messung ob "Duftstoffe" der Schimmelpilz in der Raumluft enthalten sind).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Thomas Möller Dipl.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing.
Sachverständiger für Schimmelpilz (TÜV geprüft)
Energieberater (HWK)**

Brunhamstraße 43 - 81249 München

Tel. 089-871 2454 - Fax. 089-871 2434

www.schimmelpilz-gutachter.com - info@schimmelpilz-gutachter.com

Download des Vortrags: <http://www.schimmelpilz-gutachter.com/Vortrag.pdf>