



## SCHIMMEL IN KELLERRÄUMEN

Pilze mögen es gerne feucht - dies ist allgemein bekannt. Daraus lässt sich ableiten, dass auch ein Schimmelpilzbefall im Keller in erster Linie ein Feuchtigkeitsproblem darstellt. Da Kellerräume nun aber per se zu erhöhter Feuchtigkeit neigen, wird eine Beurteilung, ob die Feuchtigkeit normal (zu akzeptieren) oder unzulässig hoch (Baumangel) ist, sehr schwierig.

Besonders gefährdet sind Kellerräume im Grundwasserbereich sowie Keller ist felsigem Untergrund.

Das Merkblatt richtet sich auf neue oder neuere Gebäude mit Kellern aus vibriertem Stahlbeton. Die Problematik ist in älteren Gebäuden ebenso vorhanden, dort war es allerdings bereits zur Bauzeit gewünscht, dass eine hohe Feuchtigkeit herrscht (Lager für Wein, Gemüse, Früchte, etc.).

## ENTSTEHUNG VON FEUCHTIGKEIT IN KELLERRÄUMEN

Feuchtigkeitsquellen in Kellerräumen sind im Wesentlichen folgende:

- Wasserdampfdiffusion und kapillarer Feuchtetransport durch erdberührende Wände und Böden.
- Aussenluftwechsel im Sommerhalbjahr sowie Wohnungsluftwechsel im Winterhalbjahr.
- Feuchtigkeit aus Waschküchen und Trocknerräumen.
- Feuchtigkeit aus Lagergut (z.B. Pflanzenüberwinterung, nasse Fahrzeuge, etc.)

Normalerweise wird Raumluftheuchtigkeit am effizientesten durch Lüften abgeführt. Wie der zweite Listenpunkt allerdings zeigt, kann dies in Kellerräumen sogar kontraproduktiv sein. Das Thema ist also komplex.

## ANFORDERUNGEN AN KELLERRÄUME

Normative Grundlagen

### Norm SIA 180 „Feuchteschutz, Wärmeschutz und Raumklima in Gebäuden“

Die Norm SIA 180 „Feuchteschutz, Wärmeschutz und Raumklima in Gebäuden“ definiert die Anforderungen an eine Gebäudehülle betreffend Schadenfreiheit. Dabei ist insbesondere festzuhalten:

- Konkrete Klimabedingungen werden nur für beheizte Räume vorgegeben (z.B. 20°C Raumlufthtemperatur und 48% relative Luftfeuchtigkeit bei 0°C Aussenlufttemperatur).
- Nicht beheizte Nebenräume haben keine bestimmten Klimaanforderungen zu erfüllen.

### Normen SIA 262 „Betonbau“ und SIA 272 „Bauten unter Terrain“

Die Normen SIA 262 „Betonbau“ und SIA 272 „Bauten unter Terrain“ definieren die Anforderungen an die Dichtigkeit von Gebäudehüllen unter Terrain. Darin wird unter anderem festgehalten:

- „Wasserdichter Beton“ gilt als dicht gemäss Norm SIA 262 „Betonbau“, wenn sich auf der Innenseite des Bauteils keine feuchten Stellen bilden (d. h., dass allfällig durch die Konstruktion dringendes Wasser (→ kapillarer Feuchtetransport, bis zu 10 g/m<sup>2</sup>h möglich) fortlaufend verdunsten können muss).
- Wasserdichte Betonkonstruktionen („Weisse Wannen“) bestehen aus verschiedenen Komponenten (flächigen Bauteilen, Anschlüsse, Fugenausbildungen, etc.). Sie haben systemische Anforderungen zu erfüllen. Im Bereich der Flächen müssen die Anforderungen gemäss SIA 262 erfüllt werden.



## Energieverordnung und Norm SIA 380/1 „Thermische Energie im Hochbau“

Die Energieverordnung definiert, dass Räume mit einer Betriebstemperatur von  $\geq 10^\circ\text{C}$  Raumlufttemperatur als beheizte Räume gelten und entsprechend wärmedämmt werden müssen.

### Konkrete Anforderungen an Kellerräume

Auf unbeheizte Nebenräume, insbesondere Kellerräume angewandt, können gemäss vorgängig zitierten Normen folgende Anforderungen festgehalten werden:

- Kellerräume müssen keine klimatischen Anforderungen erfüllen.
- Kellerräume müssen wasserdicht sein (kein flüssiges Wasser an Oberflächen infolge Wasserinfiltrationen durch die Konstruktion).

Zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit kann allenfalls verlangt werden, dass kein klimatisch bedingtes Tropfwasser (Kondensat) an den Oberflächen entsteht. Jede andere Form und Menge von klimatisch bedingter Feuchtigkeit in Kellerräumen ist systembedingt und stellt keinen Mangel oder eine Einschränkung der Gebrauchstauglichkeit dar.

Besteht der Anspruch auf ein konkretes (trockenes) Klima, so sind die Räume als „Lager“ zu bezeichnen und in den Bauplänen und Nutzungsplänen mit dem Sollklima zu beschriften.

## GRUNDLAGEN ZUM THEMA SCHIMMELPILZ

### Klimabedingungen

Ein Schimmelpilz bildet sich nur bei bestimmten klimatischen Bedingungen, wobei vor allem die relative Raumluftfeuchtigkeit eine grosse Rolle spielt. Sobald diese regelmässig über 75% beträgt, besteht die Gefahr eines Schimmelpilzwachstums. Die optimale Lufttemperatur beträgt  $20 - 25^\circ\text{C}$ , unter  $5^\circ\text{C}$  stellen die meisten Schimmelpilze das Wachstum ein bzw. kommen nicht zur Keimung.

### Absolute Luftfeuchtigkeit

Die absolute Luftfeuchtigkeit ist die Menge dampfförmigen Wassers, gemessen in Gramm, welche sich in einer bestimmten Menge Luft (in der Regel  $1\text{ m}^3$ ) befindet (z. B.  $8,0\text{ g/m}^3$ , bedeutet, dass sich 8,0 Gramm Wasser in einem Kubikmeter Luft befinden).

### Relative Luftfeuchtigkeit

Luft kann nur eine begrenzte Menge dampfförmigen Wassers aufnehmen. Dabei variiert die maximal mögliche Menge, die aufgenommen werden kann, wobei warme Luft eine wesentlich grössere Menge Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte Luft.

Ist die Luft vollständig mit Feuchtigkeit gesättigt, spricht man von 100% Luftfeuchtigkeit, und überschüssige Feuchtigkeit wird in flüssiger Form (Kondensat) ausgeschieden. Ist die Luft nicht vollständig gesättigt, so wird die Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit in Prozenten von der maximal möglichen Menge bei der jeweiligen Lufttemperatur angegeben.

Da diese maximal mögliche Aufnahmemenge mit abnehmender Temperatur immer wie geringer wird, nimmt die relative Luftfeuchtigkeit bei der gleichen Menge Feuchtigkeit in der Luft bei abnehmender Lufttemperatur zu.

#### Beispiel:

Luft mit  $20^\circ\text{C}$  enthält  $8,0\text{ g/m}^3$  ( $17,56\text{ g/m}^3$  wären maximal möglich):  $\rightarrow$  entspricht 45,6 %

Luft mit  $10^\circ\text{C}$  enthält  $8,0\text{ g/m}^3$  ( $9,48\text{ g/m}^3$  wären maximal möglich):  $\rightarrow$  entspricht 84,4 %



## Konstruktion und Oberflächentemperaturen

Eine weitere wichtige Kenngrösse ist die Oberflächentemperatur von einzelnen Bauteilen, häufig der Aussenwände. Diese hängt vor allem von den thermischen Eigenschaften der Gebäudehülle ab (Wärmedämmung). Schlecht oder nicht wärmegeämmte Konstruktionen weisen bei tiefen Umgebungstemperaturen ebenfalls tiefe Oberflächentemperaturen auf.

## Abhängigkeit von Raumluftklima, Oberflächentemperatur und Schimmel

Gelangt warme Luft (z. B. Aussenluft im Sommer) in Räume mit tiefen Oberflächentemperaturen (z. B. Kellerräume), so ist es möglich, dass sich die Luft so stark abkühlt, dass die relative Luftfeuchtigkeit über die kritischen 75% steigt und, wenn entsprechendes, empfindliches Lagergut vorhanden ist, das Risiko für eine Schimmelpilzbildung entsteht. Dieser Vorgang ist normal und nicht die Folge eines baulichen Mangels.

## BEURTEILUNG

### Konstruktion

Bei normalen Kellerräumen ohne besondere Anforderungen, welche separat zu vereinbaren wären, handelt es sich um unbeheizte und unbewohnte Nebenräume. Daraus kann geschlossen werden:

- Es können keine Anforderungen an das Raumklima gestellt werden, da es sich, wie bei einem Kellerraum üblich, weder um einen wärmegeämmten noch beheizbaren Raum handelt.
- Die Gebäudehülle muss wasserdicht gemäss Definition Norm SIA 262 „Betonbau“ bzw. SIA 272 „Bauten unter Terrain“ erstellt sein.

### Klima

Nicht beheizte Nebenräume müssen und können keine Anforderungen an das Raumklima erfüllen. Insofern ist das Raumklima keine Beurteilungsgrösse. Allerdings kann zum Thema Raumklima folgendes festgehalten werden:

- In den ersten 2-3 Jahren enthalten massive Konstruktionen noch ein gewisses Mass an Feuchte aus der Bauzeit, sogenannte Baufeuchtigkeit. Diese nimmt mit fortlaufender Nutzungsdauer ab (ca. 2 Heizperioden, in Kellerräumen 3 bis 4 Jahre).
- Luftwechsel im Sommer (Zuführung von Aussenluft) führen zu einer erhöhten Luftfeuchtigkeit in Kellerräumen, da sich die Aussenluft in Kellerräumen in der Regel abkühlt, was die relative Luftfeuchtigkeit erhöht. Dies gilt auch für Aussenluft, die über die Lüftungsanlage zugeführt wird.

### Nutzung

Es wurde festgestellt, dass Kellerräume gemäss den heute gültigen Normen keine Anforderungen an das Raumklima zu erfüllen haben und sich aus normativer Sicht nicht von Kellern der Vergangenheit unterscheiden. Daraus folgert, dass erhöhte Raumluftfeuchtigkeiten möglich und zulässig sind.

Für die Nutzung der Räume bedeutet dies, dass die Einlagerung von feuchtigkeitsempfindlichen Gütern in Kellerräumen grundsätzlich mit dem Risiko von Feuchteschäden, wozu auch der Befall von Schimmelpilz zählt, behaftet ist.

Verstärkt wird dieses Risiko durch verschiedene Faktoren wie

- Lagerung von Gegenständen an Aussenwänden (Taupunktverschiebung und fehlende Konvektion),
- Unterbindung der Konvektion (Luftumwälzung) durch geschlossene Schränke, abgeschlossene Lufträume durch intensive Möblierung oder Lagerdichte,
- Zufuhr von Aussenluft bei hohen Aussenlufttemperaturen, da diese in der Regel grössere Mengen von Feuchtigkeit enthält.



## MASSNAHMEN

### Konstruktive Massnahmen

Die minimalen, normativen Anforderungen an die Konstruktion werden in der Regel erfüllt. Es sind daher normalerweise keine konstruktiven Anforderungen notwendig.

Eine Innendämmung kann die Problematik vermindern oder sogar eliminieren, eine Sicherheit dafür gibt es allerdings nicht. Wird den Oberflächen keine konkrete Wärmeenergie zugeführt, so nützt die Wärmedämmung nichts, die Oberfläche bleibt kühl.

### Nutzung

Damit Feuchteschäden an Lagergut in Kellerräumen vermieden werden können, sind folgende Massnahmen möglich:

- a) Verzicht auf die Lagerung von feuchtigkeitsempfindlichen Gütern (Papier, Textilien, Leder, organische Stoffe, Elektronik, Feinmechanik bzw. generell ungeschützte Metalle).
- b) Anpassung des Nutzerverhaltens. Dabei sind folgende Massnahmen notwendig (kumulativ):
  - Sorgfältige Reinigung von allenfalls befallenen Oberflächen mit, Wasserstoffperoxyd oder Javelwasser.
  - Reduktion der Raumlufffeuchtigkeit auf maximal  $7,11 \text{ g/m}^3$  (entspricht bei einer geschätzte Oberflächentemperatur der Kellerwände von  $10 \text{ °C}$  im Sommer einer relativen Feuchtigkeit von 75%) mittels mechanischer, Entfeuchtung (mit Hygrostaten).
  - Gewährleistung der Konvektion hinter und in den Möbeln respektive dem Lagergut.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche relativen Raumlufffeuchtigkeiten bei den entsprechenden Raumlufftemperaturen eingehalten werden müssen, damit der Wasserdampfgehalt der Luft die vorgegebenen  $7,11 \text{ g/m}^3$  nicht überschreiten.

| Temperatur [ $\theta_i$ ] | absolute Luftfeuchtigkeit [ $v_i$ ] | relative Luftfeuchtigkeit [ $\phi_i$ ] |
|---------------------------|-------------------------------------|--|
| 10°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 75 %                                   |
| 11°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 70 %                                   |
| 12°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 66 %                                   |
| 13°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 62 %                                   |
| 14°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 58 %                                   |
| 15°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 54 %                                   |
| 16°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 51 %                                   |
| 17°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 48 %                                   |
| 18°C                      | 7,11 g/m <sup>3</sup>               | 45 %                                   |

## BERATUNG / EXPERTISEN

Wünschen Sie weitergehende Beratung oder eine genaue Untersuchung Ihres Feuchtigkeitsproblems? Wir sind gerne bereit, Ihr Feuchtigkeitsproblem genauer unter die Lupe zu nehmen. Unsere Fachleute können auf grosse Erfahrungen zurückgreifen. Rufen Sie uns an: 034 445 99 11.