

Martin Wenning, Manuel Demel und Martin Beike

Kellerlüftung nach bauphysikalischen Kriterien planen

Damit Schimmel keine Chance hat

In Kellerräumen sind muffige Gerüche mit Schimmelbefall keine Seltenheit. Ursache können Lüftungskonzepte sein, die entscheidende bauphysikalische Kriterien nicht berücksichtigen. Zudem gibt es oftmals Unstimmigkeiten bei den Schutzziele einer Kellerlüftung, weil die Erwartungshaltungen bei Bauherrn und Käufern auseinandergehen. Die Autoren empfehlen, den erwartbaren Standard in einer Baubeschreibung laienverständlich vertraglich festzulegen und mit einem Lüftungskonzept belastbar und rechtssicher nachzuweisen.

Kellerräume in Mehrfamilienhäusern werden oft nicht nach bauphysikalischen Kriterien geplant. Die Folge: Schimmel am Lagergut, aber auch an Bauteilen und muffige Gerüche. Bei den Schutzziele einer Kellerlüftung existieren nicht selten Unstimmigkeiten, weil die Erwartungshaltungen nicht mit der baulichen Ausführung und der Nutzung/Lagerung zusammenpassen. Kommt es zum Streitfall und womöglich zu aufwendigen Schadensbehebungen, stehen folgende Fragen im Raum:

Welche baulichen und lüftungstechnischen Maßnahmen sind üblich beziehungsweise geschuldet? Sind also die Wände mit oder ohne Dämmebene (z. B. Perimeterdämmung) ausgeführt? Ist eine Lüftungsanlage vorgesehen, wurde von Fensterlüftung ausgegangen oder handelt es sich um einen fensterlosen Lagerkeller? Welches Lagergut darf beziehungsweise kann in welcher Art in Kellerabteilen gelagert werden? Deshalb sollte auf Basis der Schimmelanfälligkeit des Lagerguts beziehungsweise der Kellernutzung ein Lüftungskonzept erstellt werden, das die bauliche Ausführung und die lüftungstechnischen Maßnahmen festlegt. Bei der baulichen Ausführung sind regionale Standards und/oder die übliche Ausführung zu beachten. Hierbei spielt die Erwartungshaltung mit Blick auf die zu lagernden Gegenstände eine Rolle.

KERNAUSSAGEN

- Lüftungskonzepte für Kellerräume sind auf den Bedarf fall auszurichten.
- Die Empfehlungen der Lüftungsnorm DIN 1946-6 und des DBV-Merkblatts können zu inakzeptablen Zuständen sowie überdimensionierten Lüftungssystemen führen.
- Im Lüftungskonzept sollte eine zumutbare, kellerübliche, bestimmungsgemäße und vertraglich vereinbarte Nutzung mit definiertem Lagergut festgeschrieben werden.

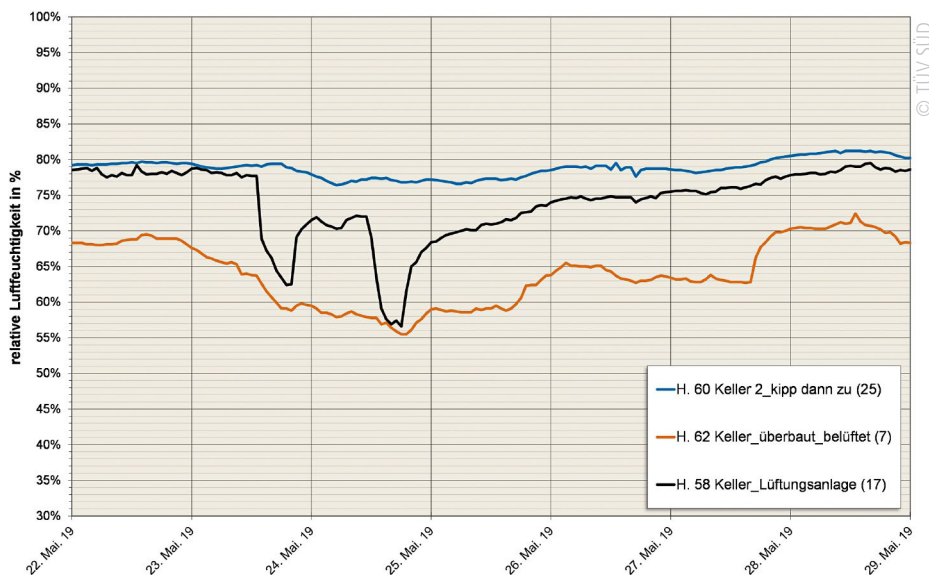


Abb. 1: Schimmelbefall an Körben in einem Lagerkeller. Ursache ist die Schimmelanfälligkeit des Lagerguts und die »kalten Füße« auf dem Estrich in großer Gründungstiefe im 2. Untergeschoss.



Abb. 2: Schimmelpilzbildung an einem Koffer. Ursache ist hohe relative Raumluftfeuchte und die Schimmelanfälligkeit des Lagerguts.

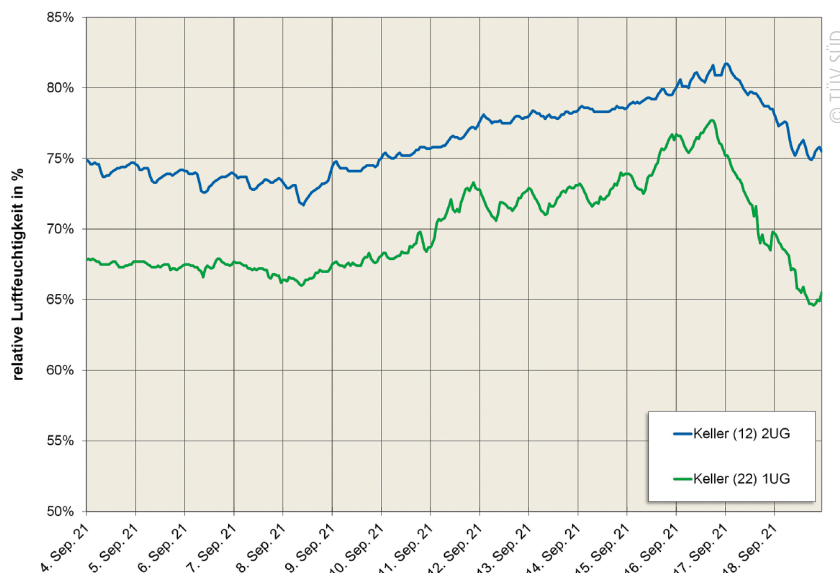
Kühle Woche: Relative Luftfeuchtigkeit



© TÜV SÜD

Abb. 3: Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit (in %) über den Zeitraum von acht Tagen für drei verschiedene Szenarien der Kellerlüftung: Kipp-lüften, geringe permanente Abluft und feuchte-gesteuerte Abluft. Bei kippgelüfteten Kellerräu-men (blaue Kurve) kann es aufgrund der kalten Kellerluft zu grenzwertigen Raumluftheuchten (80 %) kommen. Eine geringe permanente Abluft (orangefarbene Kurve) hingegen kann bei Über-bauung – auch ohne Perimeterdämmung – zu ak-zeptablen Raumluftheuchten (< 75 %) führen. In Kellerräumen mit feuchtegesteuerter Abluft (Lü-ftungsanlage, schwarze Kurve) ist die Luftfeuchte sogar höher als bei geringer permanenter Abluft in überbauten Kellerräumen. Damit werden im vor-liegenden Fall trotz Lüftungsanlage die Nutzungs-klasse A* und erst recht nicht A** erreicht.

Relative Luftfeuchtigkeit



© TÜV SÜD

Abb. 4: Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit (in %) über den Zeitraum von 15 Tagen bei schwül-warmen Wetterbedingungen für Kellerräume in zwei verschiedenen Gründungstiefen, jeweils mit hoher Intervalllüftung:

1. Untergeschoss (grüne Kurve) und
2. Untergeschoss (blaue Kurve).

Sowohl im 1. Untergeschoss als auch im 2.°C käl-teren 2. Untergeschoss kann es aufgrund des unnötig hohen Luftetrags von schwülwarmer feuchter Außenluft zu grenzwertigen Raumluf-theuchten (> 75 % respektive > 80 %) kommen.

Bauphysik und Einflussfaktoren in den Blick nehmen

Kellerräume in Untergeschossen können je nach Jahreszeit sehr ungünstige niedrige Temperaturen aufweisen. Die Temperaturen im Winter sind weniger problematisch, da die Kellerräume dann i. d. R. wärmer sind als die Außenluft und aufgrund der Erwärmung der einströmenden Kaltluft die relative Luftfeuchte nicht ansteigt. Anders im Sommer: Die Räume sind i. d. R. kälter als die Außenluft. Die warme Außenluft strömt in die kalten Räume und kühlt hier ab. Die relative Luftfeuchte steigt. Das Resultat ist nicht selten Schimmelbildung an den kalten Wänden und am Lagergut.

Ungünstige niedrige Temperaturen entstehen jedoch auch durch die Lage der Kellerräume, z. B. in großer Gründungstiefe oder bei fehlender Überbauung, im Kontakt mit Grundwasser und bei bestimmten baulichen Gegebenheiten, beispielsweise einer fehlenden Wärmedämmung. Gegebenenfalls kann aber auch auf eine Wärmedämmung verzichtet werden, wenn die Randbedingungen und das

angestrebte Schutzziel an die zu lagernden Gegenstände und damit auf die Erwartungshaltung abgestimmt sind. Die Schimmelanfälligkeit der Bauteiloberflächen, z. B. mit/ohne Dispersions- oder Silikatfarben, und die Art des Lagerguts sowie lüftungstechnische Maßnahmen sind hierbei maßgebliche Faktoren. Um den klimatischen Feuchteschutz von/an Bauteilen und Lagergut in Kellerräumen sicherzustellen, dürfen die Luftwechselraten weder zu gering noch zu hoch ausgelegt sein. Jedoch fehlen belastbare allgemeine normative Vorgaben und sonstige Regeln, um Planungsfehler durch pauschale Angaben (z. B. Luftwechsel) zu vermeiden.

Bemessung und Auslegung gemäß DBV-Merkblatt nicht generell geeignet

Das DBV-Merkblatt »Hochwertige Nutzung von Untergeschossen – Bauphysik und Raumklima« unterteilt die Nutzungs-kategorie A der WU-Richtlinie für eine Differenzierung der Nutzung von Lagerkellern in folgende Unterklassen:

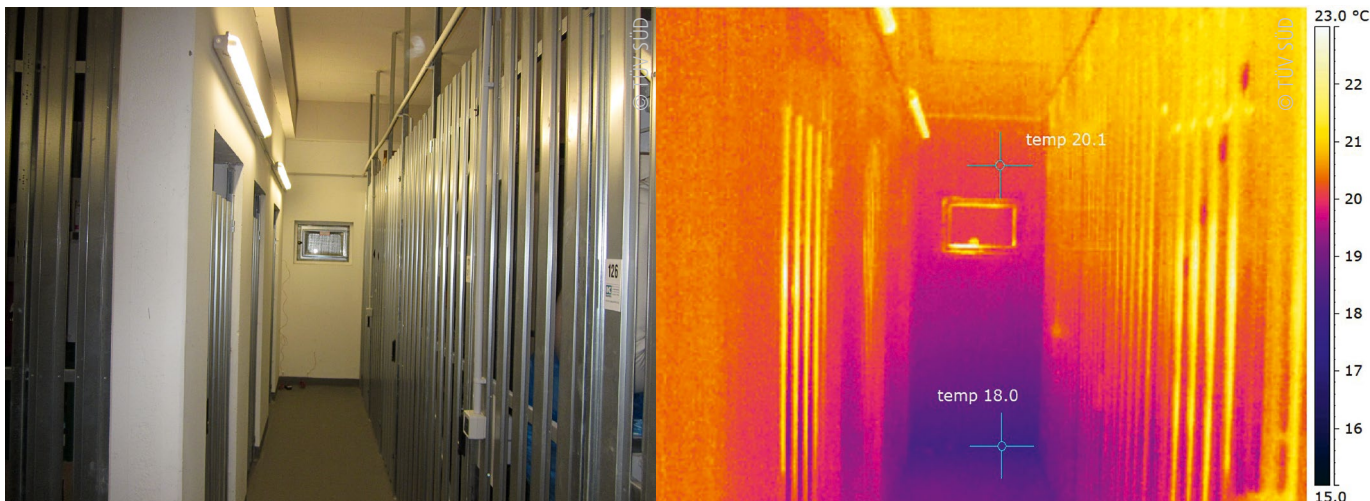


Abb. 5: Thermografische Messung an einer Kelleraußenwand im 1. Untergeschoss im Herbst. Sichtbar ist ein typisches Temperaturprofil mit Temperaturabfall von 2 °C zum Sockel der Kelleraußenwand.

▮ Unterklasse A°

Temperatur > 5 °C im Winter und eine relative Luftfeuchte von 30 bis 80 Prozent (nicht regelbar). Geeignet für die Lagerung von Lebensmitteln (nicht verderbliche Ware, Obst, Kartoffeln, Gläser, Weinflaschen, Bierkisten und Konserven) und nicht feuchtigkeitsempfindlichen sowie nicht schimmelpilzgefährdeten Gegenständen. Darin nicht gelagert werden sollten Kleidung, Papier, Zucker, Mehl, Möbel oder Kartonagen und empfindliche Baumaterialien.

▮ Unterklasse A*

Temperatur > 5° bis 15 °C im Winter und eine bedingt regelbare relative Luftfeuchte von 40 bis 65 Prozent.

▮ Unterklasse A**

Temperatur > 5° bis 20 °C im Winter und eine relative Luftfeuchte unter 65 Prozent (regelbar). Feuchtigkeitsempfindliche und schimmelpilzgefährdete Gegenstände sind lagerfähig.

Die Empfehlungen des DBV-Merkblatts sind nicht immer zielführend. Beispielsweise wird der Einfluss der Temperatur des Erdreichs, die von der Gründungstiefe abhängt, bei der Einteilung in Nutzungsklassen nicht berücksichtigt. Zudem erfolgt die Auslegung des Luftvolumenstroms mit einem stündlichen Luftwechsel von $1/8\text{h}^{-1}$. Das ist aber für eine »natürliche Lüftung« unrealistisch hoch angesetzt und kann sogar kontraproduktiv sein. Ebenso werden die Art der Nutzung, die Lagerung feuchter Gegenstände, das luftdichte Verpacken von schimmelkritischen Gegenständen, die Gewährleistung einer Luftzirkulation um das Lagergut und an den Kelleraußenwänden und die Art und Weise von Beschichtungen nicht ausreichend thematisiert.

Bemessung und Auslegung nach Empfehlungen der DIN 1946-6 nicht präzise genug

Der informative Anhang F der Lüftungsnorm DIN 1946-6 von 2019 gibt Empfehlungen zur Bemessung der Luftwechselraten. Hier werden drei Nutzungsklassen definiert:

Nutzungsklasse 1: als Aufenthaltsraum genutzter Kellerraum,

Nutzungsklasse 2: wenig genutzter Kellerraum und

Nutzungsklasse 3: praktisch ungenutzter Kellerraum.

Zur Bemessung der Kellerlüftung gemäß DIN 1946-6 fehlen wesentliche Angaben. Die Schimmelanfälligkeit des Lagerguts wird nicht thematisiert. Zudem erfolgt der Nachweis für den Fall »Winter«, obwohl für Kellerräume der Fall »Sommer« bedeutsamer ist. Der Luftvolumenstrom wird nur für die Lüftung zum Feuchteschutz analog der für Wohnungen ausgelegt. Dabei wird von einer Wärmedämmung ausgegangen. Keller sind aber häufig ungedämmt. Auch wird die Feuchtelast bei der Nutzung von Waschküchen und Hauswirtschaftsräumen nur über die Aufenthaltsdauer definiert und nicht über den tatsächlichen Feuchteanfall. Einflussfaktoren aus der Nutzung werden nicht angesprochen, ebenso wie die Art der Schimmelanfälligkeit der Bauteiloberflächen von Kelleraußenwänden. Die Vorgaben in der Lüftungsnorm DIN 1946-6 könnten zwar für Kellerräume von Einfamilienhäusern und Reihenhäusern ausreichen, jedoch nicht generell für Mehrfamilienhäuser, denn für einen effektiven Feuchteschutz fehlen entscheidende Angaben.

Neubau: Lüftungskonzepte auf den Bedarf ausrichten

Die Empfehlungen der Lüftungsnorm DIN 1946-6 und die des DBV-Merkblatts können zu nicht akzeptablen Zuständen sowie überdimensionierten Lüftungssystemen führen. Bei einem Lüftungskonzept für Kellerräume sollte, wie beschrieben, immer eine differenzierte Betrachtung des Gebäudes und der typischen Nutzungsweise im Vordergrund stehen. Dies kann bei überschaubaren Fällen durch eine Beurteilung der konstruktiven Gegebenheiten erfolgen, ansonsten durch einen rechnerischen bauphysikalischen Nachweis. Ganzjährig gekippte Fenster, auch an schwülwarmen Tagen, können dabei sehr wohl zielführend sein. Auf eine Wärmedämmung kann fallweise verzichtet werden.

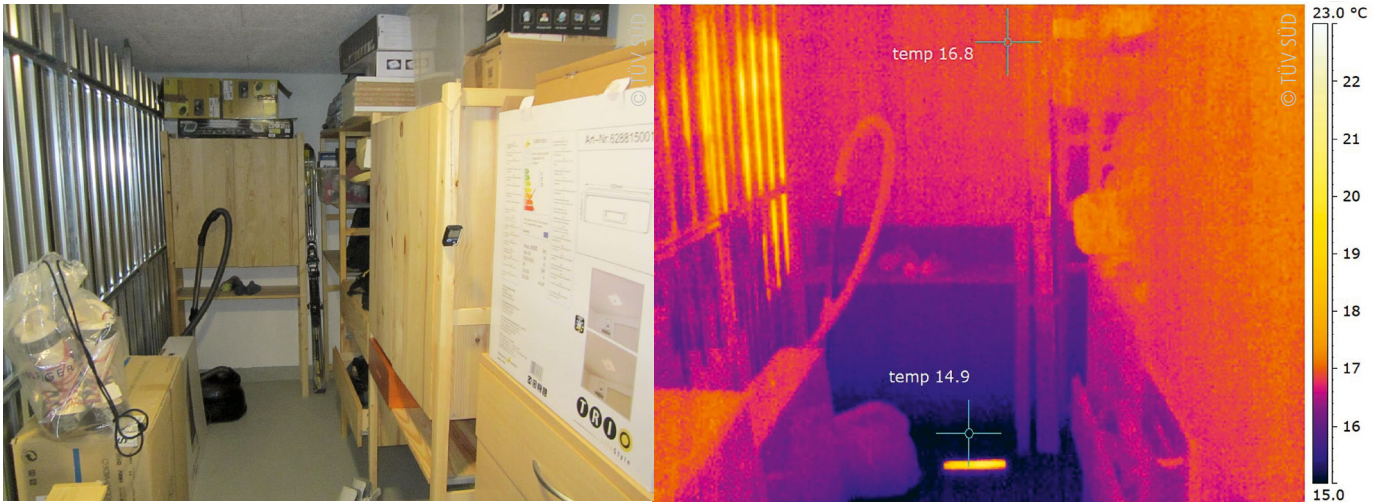
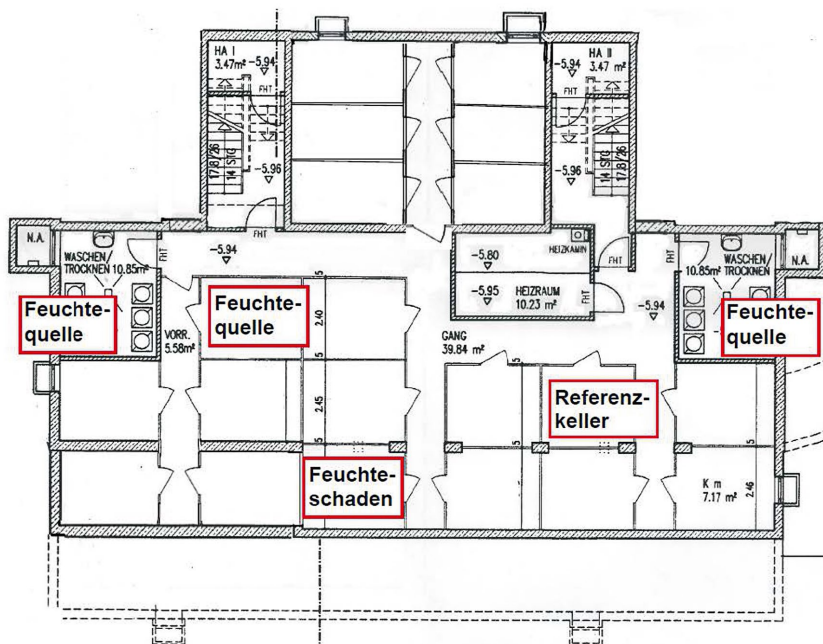


Abb. 6: Thermografische Messung an einer Kelleraußenwand im 2. Untergeschoss im Herbst. Im Durchschnitt ist die Temperatur 3 °C niedriger als im 1. Untergeschoss. Ein signifikanter Temperaturabfall zum Sockel der Kelleraußenwand und hier auch an der Estrichoberfläche ist gut erkennbar.

Die Autoren empfehlen die Dimensionierung der Kellerlüftung unter Ansatz der Feuchtelasten sowie der vertraglich festgelegten Nutzung. Die Maßnahmen werden z. B. so ausgelegt, dass sich die relative Luftfeuchte in einem Bereich von unter 65 bis 75 Prozent einstellt. In diesem Fall ist eine Lagerung von feuchtigkeitsempfindlichen und schimmelpilzgefährdeten Gegenständen eingeschränkt möglich. Zudem ist die Nutzung der Kellerräume/Lagerkeller von entscheidender Bedeutung, da die daraus resultierenden Ansprüche sehr unterschiedlich sein können und einen entscheidenden Einfluss auf die geschuldete Leistung haben. Deshalb muss in einem Lüftungskonzept eine zumutbare, kellerübliche, bestimmungsgemäße und vertraglich vereinbarte Nutzung mit definiertem Lagergut und gegebenenfalls mit manuellem Fensterlüften festgelegt sein.

Schadensfall: Ursachen für erhöhte Luftfeuchte identifiziert

In einem Fallbeispiel wurde eine erhöhte Luftfeuchte in Kellerabteilen des 2. Untergeschosses eines Mehrfamilienhauses festgestellt. Folgende Ausgangslage war vorhanden: Die Wasch-/Lagerkeller im 2. Untergeschoss des 1998 erstellten Gebäudes waren ungedämmt, die Kellertüren ständig geschlossen. Die Lüftung erfolgte ganzjährig über Kippfenster in den Waschkellern und über zwei geöffnete, einfachverglaste Flügel der Metallkellerfenster im Lagerkeller. Beanstandet wurde, dass die Luftfeuchtigkeit immer wieder auf über 80 Prozent relative Luftfeuchte anstieg. Feuchteschäden am Lagergut, im Wesentlichen an gelagerten Kleidungsstücken, hatte es schon gegeben. Die



© TÜV SÜD

Abb. 7: Schadensfall: Ursachen für erhöhte Luftfeuchte im 2. Untergeschoss eines Mehrfamilienhauses identifiziert. Der Grundriss zeigt das Kellerabteil mit Feuchteschaden (unten im Bild), das Referenz-Kellerabteil und potenziell mögliche Feuchtequellen des Geschosses (zwei Waschkeller und ein Kellerabteil).

Hausgemeinschaft diskutierte, ob als Grund dafür die im Kellerabteil eines Nutzers aufgestellten Feuchtequellen und/oder die Waschkeller infrage kämen.

Ein Feuchteintritt über die Kelleraußenwände konnte ausgeschlossen werden. Mit einer Wärmebildkamera aufgenommene Bilder zeigten ein typisches Temperaturprofil mit Temperaturabfall zum Sockel der Kelleraußenwände. Die Raumklimamessungen ergaben, dass eine relative Luftfeuchtigkeit von in der Regel bis um 80 Prozent vorhanden war, was lediglich der Nutzungsklasse A gemäß DBV-Merkblatt entsprach. Der Schimmelbefall an den gelagerten feuchtigkeitsempfindlichen Kleidungsstücken war somit zu erklären. Ein Abgleich der Klimamessungen zeigte, dass die absolute Luftfeuchtigkeit mehrerer untersuchter Kellerabteile mit der Außenluft im Mittel annähernd gleich war. Andererseits war in den Waschkellern aufgrund der geschlossenen Kellertüren ein deutlicher und nur partiell im Kellerabteil mit Feuchtequelle ein geringer Feuchteanstieg messbar. Damit galten ein Feuchteeintrag aus den Waschkellern und aus der Feuchtequelle im Lagerkeller als nicht schadensrelevant.

Die ungünstige Lage der Kellerräume im 2. Untergeschoss konnte als wesentlicher Faktor für die hohe relative Luft-

feuchtigkeit und als eine Schadensursache identifiziert werden. Die Temperatur im 2. Untergeschoss war erwartungsgemäß im Sommer 3 K bis 5 K kälter als in der Tiefgarage des 1. Untergeschosses. Folglich war die relative Luftfeuchtigkeit um mehr als 10 Prozent höher als im 1. Untergeschoss und erreichte bis zu 80 Prozent. Als zweite wesentliche Schadensursache wurde die Lagerung feuchtigkeitsempfindlicher Kleidungsstücke ermittelt. Diese Kleidungsstücke dürfen in den Kellerabteilen nur auf eigenes Risiko gelagert werden. Um das Risiko der Schimmelpilzbildung weiter zu reduzieren, wurde eine sensorgesteuerte Lüftung oder das temporäre Aufstellen von Luftentfeuchtern empfohlen, denn damit gelingt es, die relative Luftfeuchtigkeit im Sommer zu begrenzen und höherwertige Nutzungsmöglichkeiten der Kellerräume zu erzielen.

Literatur

- [1] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. (Hrsg.): Merkblatt Hochwertige Nutzung von Untergeschossen – Bauphysik und Raumklima. Berlin: 2009
- [2] DIN 1946-6: 2019-12 Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung

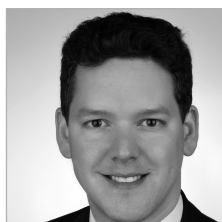
DIE AUTOREN



© TÜV Süd

Dipl.-Ing. Martin Wenning

Fachgruppenleiter Bauphysik und Senior Experte für Bauphysik in der Abteilung Bautechnik.



© TÜV Süd

M.BP. Dipl.-Ing. (FH) Manuel Demel
manuel.demel@tuvsud.com

Mitarbeiter im DIN-Normenausschuss für »Lüftung von Wohnungen« und »Wärmetransport« sowie Senior Experte für Bauphysik in der Abteilung Bautechnik.



© TÜV Süd

Dipl.-Ing. Martin Beike

Senior Consultant für Bauphysik in der Abteilung Bautechnik.

TÜV SÜD Industrie Service GmbH | Westendstraße 199 | 80686 München | www.tuvsud.com/bautechnik