

Kondensatschaden bei zu geringer Luftfeuchte

Ein Erfahrungsbericht



Der Autor:

Dipl.-Ing.
Frank Schweser

ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden

Wiesbaden

Der Landesverband der Sachverständigen in Hessen hat inzwischen zum dritten Mal eine Sonderveranstaltung »Erfahrungsaustausch« durchgeführt. 2007 hat er sich mit Schimmelpilzen beschäftigt. Das Skriptum mit 179 Seiten liegt vor. Zu dem Vortrag über Langzeitdatenmessungen mit mehreren Sensoren hat es inzwischen eine Reihe von Rückfragen gegeben. Daher sollen noch einmal die möglichen Untersuchungen und an Hand eines Beispiels erläutert werden, warum Temperaturmessungen mit mehreren Sensoren sinnvoll sind.

Ablauf einer Schimmeluntersuchung

Der nachfolgende Ablauf einer Langzeitmessung wird nicht in jedem Fall benötigt. Doch wenn die Akten dicker und die Schäden umfangreicher werden oder bereits mehrere Vorgutachten unterschiedlicher Planer und Prüforganisationen vorliegen, muss gegebenenfalls weitergehend untersucht werden.

Zunächst wird das Gebäude von innen und außen betrachtet, die Lage des Gebäudes im Gelände und die Lage des Raums im Gebäude beschrieben. Liegt der Raum an einer Außenecke, ganz oder teilweise unter dem Dach, über einem unbeheizten Keller, ist er L-förmig, S-förmig oder gerade? Welche Kanten liegen an Außenwänden?

Wo sind die Fenster, wo die Heizflächen, welche Flächen werden zur Möblierung verwendet und welche sind dazu geeignet, sind die Heizflächen richtig angeordnet? Wann werden die Heizflächen genutzt und wann ist dies möglich?

Sind die Umschließungsflächen Fenster, Türen, Rollladenkästen, Decken- oder Wandschalungen ausreichend luftdicht? Gibt es Anzeichen dafür, dass Wasser von außen in den Raum eindringt?

Wo ist oder war Schimmel vorhanden? Die Form und die Verteilung des Schimmelbefalls zeigen in der Regel besser die Temperaturverteilung im Raum an, als jedes Thermometer und lassen Rückschlüsse auf die Form und die Größe der Wärmebrücke zu.

Infrarotmessungen und Bauteilanalyse

Zunächst wird mit einem einfachen Infrarotthermometer überprüft, ob der Schimmelbefall der Temperaturverteilung folgt. Dabei kommt es zunächst nicht auf absolute Temperaturen an, sondern nur auf Temperaturunterschiede.

Wenn an Stellen, an denen kein Schimmelbefall vorhanden ist, die Temperatur niedriger ist, als an Stellen, an denen ein Befall vorhanden ist, wird später überprüft, ob der Baustoff das Schimmelwachstum beeinträchtigt hat. Auf einem reinen Kalkputz oder einem Kalkgipsputz findet in der Regel kein Schimmelwachstum statt. Ist an derartigen Untergründen Schimmel vorhanden, lässt sich mit einem Mikroskop und gegebenenfalls Einfärbungen der Proben nachweisen, wie tief der einge-

wachsen ist. (Abb. 1) Wenn ein Befall nur auf der Tapete oder auf dem Tapetenkleister gewachsen ist, kann dieser gegebenenfalls leicht beseitigt werden. Dann kann auch ein sehr großflächiger Befall einfach entfernt werden.

Die Einteilung eines Schimmelbefalls allein nach qm Befallsfläche ist kein hinreichendes Kriterium, um den Sanierungsaufwand zu ermitteln. Hierzu bedarf es weiter gehender Untersuchungen.

Dazu werden gegebenenfalls Spezialisten hinzugezogen. Dadurch kann der Aufwand unter Umständen stark eingeschränkt und gleichzeitig die Sicherheit erhöht werden. Die Auswertung derartiger Proben hat in einem Fall den Aufwand für die Sanierung eines umfangreichen Wasserschadens, gegenüber den ersten Überlegungen des Planers, um einen 6-stelligen Betrag gemindert. Nach diesen Untersuchungen werden dann im Raum Messfühler verlegt und die Sensoren an denjenigen Stellen positioniert, an denen die geringsten Temperaturen gemessen wurden (Abb. 2: »Messstellen« und Abb. 4: »Thermofox Multisensor«).

Elektronische »Feuchtemessungen«

An den Stellen, an denen Anhaltspunkte für Feuchtigkeit vorliegen, wird die Verteilung mit einem elektronischen Messgerät geprüft und die Verteilung der Skalen oder Digitangaben notiert. Dafür reicht nach Auffassung des Autors ein relativ einfaches Messgerät, das auf Zu- und Abnahme der Feuchtigkeit reagiert (Abb. 3: »Hygrofox Mini«). Diese Ergebnisse sind allerdings mit Vorsicht zu betrachten. Anschließende gravimetrische Bestimmungen des Wassergehalts haben gezeigt,

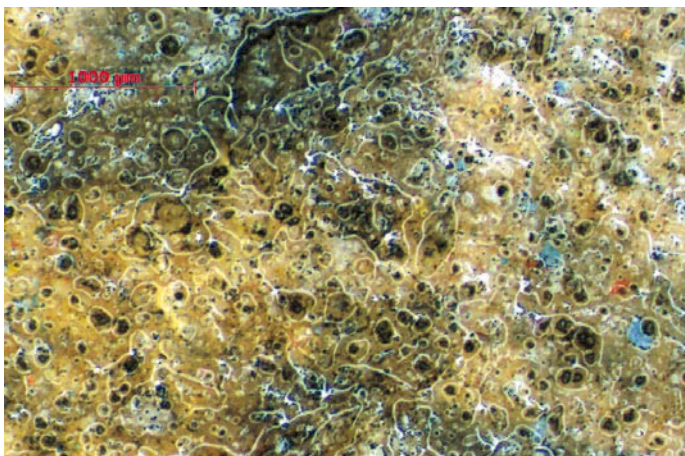


Abb. 1: Unter dem Mikroskop zeigt eine Probe einer Raufasertapete, mit Fluoro blau eingefärbt, lebenden Schimmel



Abb. 2: Installation einer Langzeitmessung an einer Außenwand

dass eine Vielzahl von Einflussfaktoren die Ergebnisse elektronischer Messungen stark beeinträchtigen kann. Fehler bei Messungen mit derartigen Geräten haben sich später gezeigt bei:

- salzhaltigen Untergründen
- Leitungen im Untergrund
- falschem Griffabstand der Hand bei der Messung
- unterschiedlich dichten Farbschichten an der Oberfläche
- Versiegelungen am Parkett
- stehendem Wasser in einem Bauteil
- Zementschlämme an der Betonoberfläche
- Fliesenbelägen
- Steinbelägen.

Wenn diese Geräte Werte angeben, die der Ausgleichsfeuchte entsprechen (der Laie spricht dann von trocken), sind diese Angaben in aller Regel richtig.

Bei Anzeichen für größere Feuchtigkeitseinwirkungen werden dann die Stellen, an denen die Feuchtigkeit nach der Geräteanzeige zu- und abnimmt, mit Klebepunkten markiert. Dadurch lässt sich eine grobe Einschätzung vornehmen, wo die Feuchtigkeit entstanden sein könnte, in welchem Umfang und wie weit sie sich verteilt hat. Dazu sind derartige Geräte hilfreich. Zum genauen Wassergehalt von Baustoffen sollte auf Grund der möglichen, teilweise deutlichen Messfehler keine Angabe gemacht werden.

Gravimetrische Schichtenmessungen

Wenn durch die elektronischen Messungen oder sonstige Anzeichen ein Verdacht auf erhöhte Feuchtigkeit an einem Bauteil besteht, werden Proben aus dem Putz und gegebenenfalls aus der Wand darunter entnommen, deren Wassergehalt später gravimetrisch bestimmt wird. Der Putz wird geteilt, die oberste raum-

seitige Putzfläche von der Probe abgetrennt und die Feuchtigkeit an der Oberfläche und in der Tiefe des Putzes getrennt bestimmt.

Im Weiteren kann mit Hilfe gravimetrischer Messung auch das Porenvolumen bestimmt werden und ob sich im Baustoff Veränderungen ergeben haben, die auf langzeitige und starke Wassereintritte schließen lassen.

Wenn zum Beispiel der Putz im Gesamtquerschnitt einen durchschnittlichen

Wassergehalt von bis zu 2 Gewichtsprozent hat, auf einer Wand mit einem insgesamt noch niedrigen Wassergehalt von ca. 2-6 Gewichtsprozent, können die obersten Millimeter des Putzes Wassergehalte von deutlich weniger als 1 Gewichtsprozent haben. Derartige Oberflächen funktionieren unter Umständen Jahrzehnte ohne jegliche Einschränkungen der Gebrauchstauglichkeit und ohne sichtbare Anzeichen, auch wenn eine Wand nicht richtig abgedichtet ist.

Bei einem Verkauf und Nutzerwechsel können mit später leicht veränderten Raumbedingungen dann an der im übrigen unveränderten Wand an den Oberflächen singulär starke Ausblühungen entstehen, die dann in der Regel zu Prozessen um arglistige Täuschung führen.

Wird an einer derartigen Wand mit einem elektronischen Messgerät gemessen, ergeben sich in der Regel stark erhöhte Werte. Die gravimetrisch ermittelten Werte lassen jedoch in Verbindung mit weiteren Untersuchungen erkennen, ob hier die Gebrauchstauglichkeit eingeschränkt war. Finden sich in der Tiefe des Putzes Werte deutlich über dessen Ausgleichsfeuchte, ist dies ein Hinweis darauf, dass hier kein Kondensatschaden vorliegt.

Häufig zeigen die gravimetrischen Schichtenmessungen, dass die Ausgleichsfeuchte kurz vor dem Ortstermin in der obersten Schicht deutlich abgenommen und somit vor dem Ortstermin eine spürbare Entfeuchtung des Raumes stattgefunden hat.

Die Möglichkeiten gravimetrischer Schichtenmessungen sind sehr weitgehend. Die Wassergehalte müssen im Einzelfall nach Herkunftsort des Wassers, Konstruktion, Bauteil und Baustoff ausgewertet werden. Kein Messwert ist als absolut zu sehen. Vielmehr gibt es je nach den Randbedingungen unterschiedliche

Bereiche, die auf bestimmte Zusammenhänge hinweisen. Diese können hier nicht vollständig dargestellt werden.

Langzeitmessungen mit Multisensoren

Mit den ersten Untersuchungen werden zunächst die Möglichkeit von Wasserschäden ausgeschlossen und die Messstellen eingegrenzt. In der Regel misst der Autor mit mindestens 9 Temperatursensoren und zusätzlichen Feuchtigkeitsmessgeräten. Die Wahl der Messpunkte richtet sich nach der örtlichen Situation. Dies können sein:

- Außenluft
- Innenluft
- Heizflächen
- Bereich eines Heizungsthermostaten
- Wand- und Deckenflächen
- Fenster.

Die Messkurven, die die Programme der Geräte ausgeben, werden dann untersucht und die aussagekräftigsten ausgewählt. Zu viele Kurven in einem Diagramm werden unübersichtlich. Kurven unterschiedlicher Geräte werden später in der Bildbearbeitung synchronisiert und beschriftet. Die Ergebnisse sind oft überraschend. Zu geringe Beheizung in der Nacht kann auch an einer Nachtabsenkung liegen.



Abb. 3: Thermohygrograph zur Analyse des Raumklimas [Foto: Scantronik Mugrauer GmbH, Zorneding]

Genauigkeit der Sensoren

Vor kurzem habe ich von einem Kollegen die Aussage gehört, legt man 2 Sensoren nebeneinander auf den Tisch, können in wenigen cm Abstand die Abweichungen bereits 2 bis 3 °C betragen. Dies habe ich überprüft, kann es aber nicht bestätigen. Vermutlich wurden die Sensoren unterschiedlich lange in der Hand gehalten und dann zu schnell abgelesen.

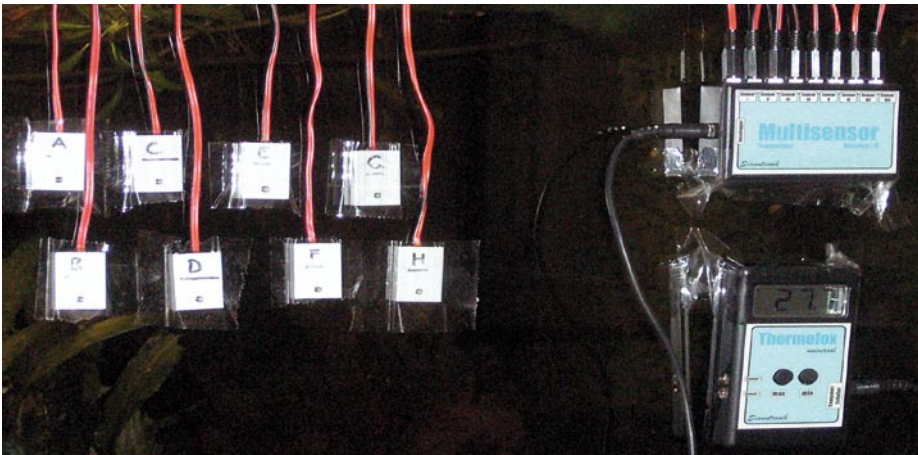


Abb. 4: Prüfung der Messabweichungen der Einzelsensoren [Foto: Scanntronik Mugrauer GmbH, Zorneding]

Die Oberflächensensoren benötigen zum Teil etwas länger, bis sie die Oberflächentemperatur erreicht haben (abhängig von Wärmeleitpaste, Oberflächenbeschaffenheit, u.ä.). Man sollte sich daher bei den Kontrollmessungen ein wenig Zeit nehmen.

Werden die Sensoren auf einer gleichmäßig beheizten Fläche ca. 20 Minuten angebracht, sind die maximalen Abweichungen der Messergebnisse der 8 Sensoren vom Mittelwert deutlich niedriger. Hierzu wurden die Sensoren einmal mit einer Dämmmatte abgedeckt und einmal offen angebracht (Siehe Abb. 4). Abgedeckt gab es Abweichungen von lediglich $\pm 0,2$ °C.

Die Versuchsanordnung war zugegebenermaßen relativ einfach. Werden die Sensoren jedoch nicht nur mit Klebefilm sondern zusätzlich z.B. noch mit Wärmeleitpaste aufgeklebt und nebeneinander angebracht, so sind die Abweichungen noch geringer.

Fällt ein Sensor während der Messung ab und liegt nur knapp von der Stelle entfernt, an der er angebracht war, ist dies auf der Messkurve sofort sichtbar.

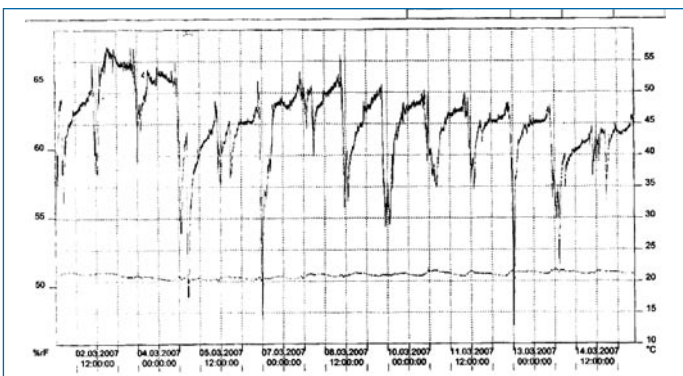


Abb. 5: Die Langzeitmessung des Vermieters mit zwei Sensoren ergab starke Veränderungen der relativen Luftfeuchte bei einer sehr gleichmäßigen Lufttemperatur

Ein Beispiel

Starker Kondensatanfall bei zu niedriger relativer Raumluftfeuchte

Ausgangssituation

Eine Wohnung mit 140 qm, Bauantrag 1994, Baujahr 1995, wird von einer allein stehenden 85-jährigen Dame bewohnt. Die Wohnung ist hell, mit großen bodentiefen Fensterflächen und wird über eine Fußbodenheizung beheizt. Die Dame ist rüstig, betreibt aber keinen Sport in der Wohnung, hat keine Grünpflanzen oder Aquarien. Das Essen und die Wäsche werden ihr fertig in die Wohnung gebracht. Die Wohnung wird von einer Zugehfrau zweimal pro Woche aufgeräumt und sehr gut gepflegt.

Im Mietvertrag wurde wegen des Parketts eine Raumtemperatur von 20 bis 22°C und eine relative Luftfeuchte von 55 bis 60% vorgegeben. Hierzu sollte im Winter die Luft befeuchtet werden.

Auffällig in der Wohnung ist eine große Anzahl von Thermohygrothern unterschiedlicher Bauart. In jedem der Zimmer steht ein solches Gerät. Die Dame gibt an, sie beobachtet die Thermohygrother regelmäßig und lüfte nach den Geräteanzeigen.

In der Wohnung kommt es zu starkem Kondensatanfall und Schimmel an den Fenstern, sowie weiterem Schimmel an den Außenwändecken der Decken. Der Vermieter stellte einen Thermohygrother auf und zeichnete

über 14 Tage an einer Stelle im Raum Temperatur und Luftfeuchte auf.

Messergebnisse des Vermieters

Die Messungen fanden Anfang des Jahres statt. Die Messkurve zeigt eine relativ gleichmäßige Innentemperatur zwischen 21° und 22°C. Nach Internet Recherche bei www.wetteronline.de lagen die Tageshöchsttemperaturen in dieser Zeit bei 7 bis 12° C und die Tagestiefsttemperaturen bei bis -2° C. Es gab deutlich ausgeprägte Unterschiede zwischen Tag und Nacht.

Die Luftfeuchtigkeit ging einmal am Tag um die Mittagszeit deutlich zurück (Abb. 5). Der Vermieter interpretierte dies so, dass nur einmal am Tag gelüftet wird und dies zu wenig sei. Außerdem gab er an, dass in der kalten Jahreszeit jeden Morgen sämtliche Fenster in der Wohnung beschlagen seien. Weiterhin habe er schon beim Betreten der Wohnung die Feuchtigkeit förmlich gespürt.

Die Mieterin gibt an, sie lüfte ständig nach ihren Messgeräten, dennoch seien die Fenster in der kalten Jahreszeit ständig am Morgen innen beschlagen.

Interessant ist bei der oberen Kurve, dass bei Tageshöchsttemperaturen von zum Teil nur 7°C außen jeder Absenkung der Feuchtigkeit eine leichte Temperaturerhöhung im Innenraum vorausgeht, die dann wieder zurückgeht.

Eigene Messergebnisse

Vom Sachverständigen wurde in der Wohnung eine eigene Langzeitmessung mit mehreren Sensoren im Innen- und Außenbereich installiert. Die Messungen ergaben ebenfalls eine deutliche Abnahme der relativen Luftfeuchte um die Mittagszeit. Die relative Luftfeuchtigkeit war dann jeweils sehr niedrig.

Die Luftfeuchtigkeit korrelierte nicht mit dem Lüften, sondern folgte der Außentemperatur bzw. der Temperatur an der Fensterecke innen. Dies zeigt Abb. 6.

In den oberen Grafiken wurden die vertraglich vorgegebenen Feuchtigkeits- und Temperaturbereiche hellrot hinterlegt. Weiterhin habe ich eine ungefähre Mitteltemperatur im Außenbereich ergänzt und die Temperatur von 12,6° C für das Schimmelpilzkriterium eingetragen.

Während des ganzen Messzeitraums wurde der im Mietvertrag vorgegebene Temperaturbereich nur selten verlassen. Die relative Luftfeuchtigkeit im Raum war fast immer deutlich geringer, als diese für die Nutzung des Parketts im Mietvertrag

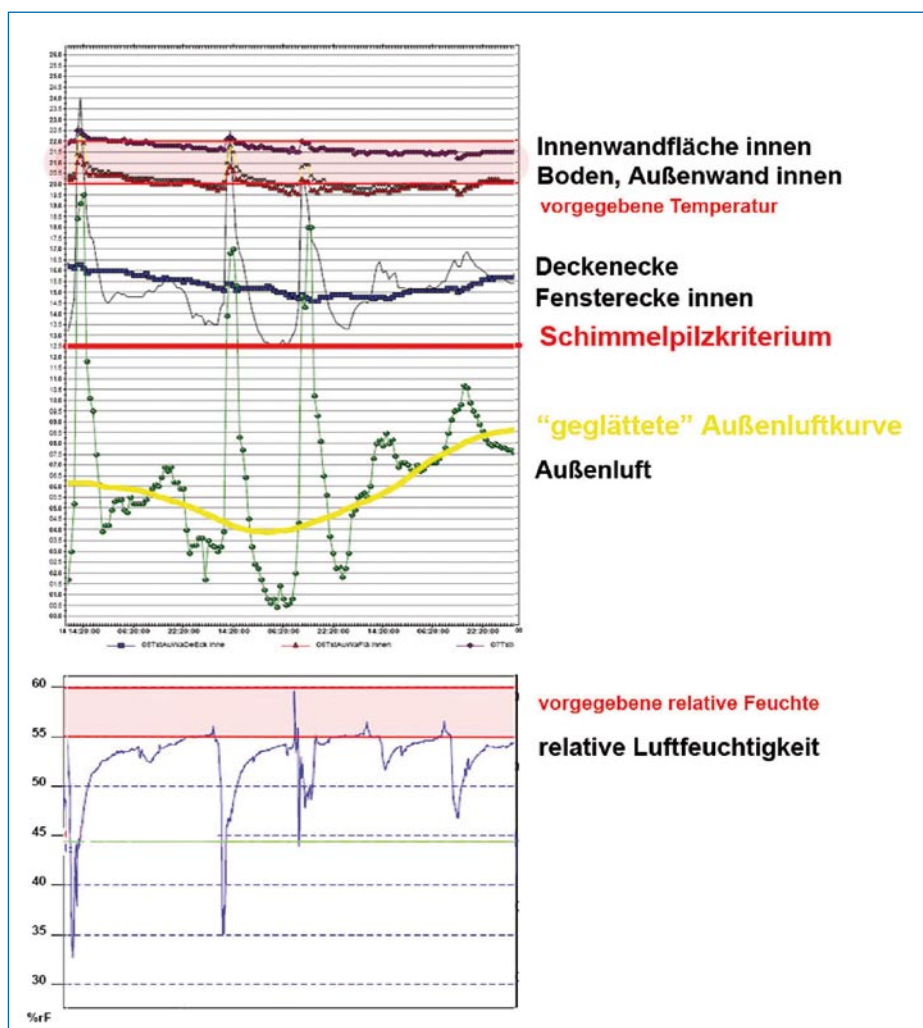


Abb. 6: Die Langzeitmessung des Sachverständigen mit mehreren Sensoren ergab eine Korrelation der relativen Luftfeuchtigkeit innen mit der Temperatur außen bzw. am Fenster

vereinbart war. Sie erreichte nur selten die vorgegebenen Werte. Der Raum war zu trocken und hätte künstlich befeuchtet werden müssen. Dennoch kam es bei dieser zu trockenen Raumluft zu kräftigem Kondensatanfall an den Fenstern.

Die hohe gefühlte Feuchtigkeit, die der Vermieter beschrieben hatte, konnte man wahrnehmen. Dieses Gefühl stellte sich an den Grenzbereichen zwischen beheizten und unbeheizten Heizkreisen ein. Der Mensch hat dort Probleme, seine Körpertemperatur zu regulieren, fühlt sich unwohl und empfindet die Luft als feucht. Diese Wahrnehmung ließ sich messtechnisch nicht bestätigen.

Ursache

Die großen bodentiefen Fenster hatten damals noch keine Gasfüllung und keine Beschichtung. Die Messungen an den Randzonen der Fußbodenheizung vor den Fenstern ergaben, dass die Fußbodenheizung in einigen Heizkreisen nicht funktionierte. Da vor dem Fenster kein Warmluftschleier vorhanden war, kam es dort re-

gelmäßig zu sehr starken Temperaturschwankungen, die zu großen Schwankungen in der absoluten Luftfeuchtigkeit vor den Fenstern führte. In den übrigen Bereichen der Wohnung entstand dadurch eine starke Veränderung der relativen Luftfeuchtigkeit. Diese Ausschläge auf der Messkurve des Thermohygrografen wurden als Lüftung interpretiert.

War die Luft an den Fenstern absolut sehr feucht und die Außentemperatur nahm schnell stark ab, fiel das dort vermehrt vorhandene Wasser in großem Umfang an der Innenseite der Fenster aus. Dadurch kam es an den Fenstern der Wohnung zu sehr starkem Kondenswasseranfall, obwohl nach dem Mietvertrag die relative Luftfeuchte zu niedrig war.

Fazit

Eine einzige Messstelle berücksichtigt nicht die Temperaturunterschiede, die bereits in einem einzelnen Raum einer Wohnung vorhanden sein können. Ich habe bereits Wohnungen mit bodentiefen Fenstern im heutigen Standard überprüft, bei denen

die Fußbodenheizung funktionierte und am Thermostat der Fußbodenheizung Temperaturen von 20 °C vorhanden waren, während am Sitzplatz des Nutzers nur Temperaturen von 13,5 °C erreicht werden konnten. Auch unter Berücksichtigung maximaler Messgenauigkeiten beträgt der Temperaturunterschied dann noch 6,1 °C. Der Raum ist unbewohnbar.

Mit der Messung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit an nur einer Stelle entstehen insbesondere in Wohnungen mit Fußbodenheizungen, Parkett und großen bodentiefen Fenstern häufig Fehlinterpretationen der Messergebnisse. Es reicht nicht aus, mit einem einzelnen Sensor zu messen.

Auch bei Fenstern im heutigen Standard kann ein Raum, der allein mit Fußbodenheizung beheizt wird, nicht mit beliebig vielen und nicht mit beliebig großen Fenstern ausgestattet werden.

Anmerkung

Weitere Ergebnisse von Langzeitdatenmessungen mit Multisensoren finden sich im Seminarskript des »Erfahrungsaustausch Schimmelpilz« des LVS Hessen. Die nächste Sonderveranstaltung des LVS Hessen »Erfahrungsaustausch Risse« findet am 27./28. März 2009 in Niederrhessen bei Wiesbaden statt.

Kontakt/Information

Dipl.-Ing. Frank Schweser

Von der IHK Wiesbaden öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Schäden an Gebäuden

Norderneyer Straße 11
65199 Wiesbaden
Tel: 0611/6099722
Fax: 0611/6099724