

Der Sanierungsvorsprung

Fachmagazin zur Beurteilung, Sanierung und Vermeidung von Bauschäden



SCHWERPUNKT

Messen, Prüfen & Beurteilen



OBJEKTBERICHT
Bauforensik im Blick

SCHADENSMECHANISMEN
Ausblühungen am Mauerwerk

IM INTERVIEW
Untersuchung der Raumluft

URSACHENFORSCHUNG
Feuchteschäden





Beurteilung von Feuchteschäden

Ursachenforschung im Fokus

Das Auftreten von Wasser- und Feuchteschäden in Gebäuden ist nicht nur ärgerlich: Die eindringende Feuchtigkeit kann beträchtliche Schäden an der Bausubstanz verursachen und hohe Kosten nach sich ziehen. Um wirkungsvoll und zielgerichtet Maßnahmen zu ergreifen, muss zuerst die Ursache festgestellt werden. Was einfach klingt, kann in der Praxis häufig schwierig sein. So wird beispielsweise mangels Kenntnisse in der Ursachenfeststellung der vorhandene Schaden nur kaschiert und nicht fachgerecht saniert. In solchen Fällen gibt man das Geld für dieselben Leistungen immer und immer wieder aus. Es gilt im Sinne einer wirtschaftlichen und langfristig erfolgreichen Sanierung die Ursachenforschung in den Fokus zu nehmen.

■ Von Michael Trübswetter

Wichtige Instrumente zur Ursachenfeststellung solcher Schäden sind neben einem Feuchtemessgerät und einer Strategie zur

Vorgehensweise eine entsprechende Sachkenntnis über die Entstehung und Arten von Feuchteschäden. So können Quellen

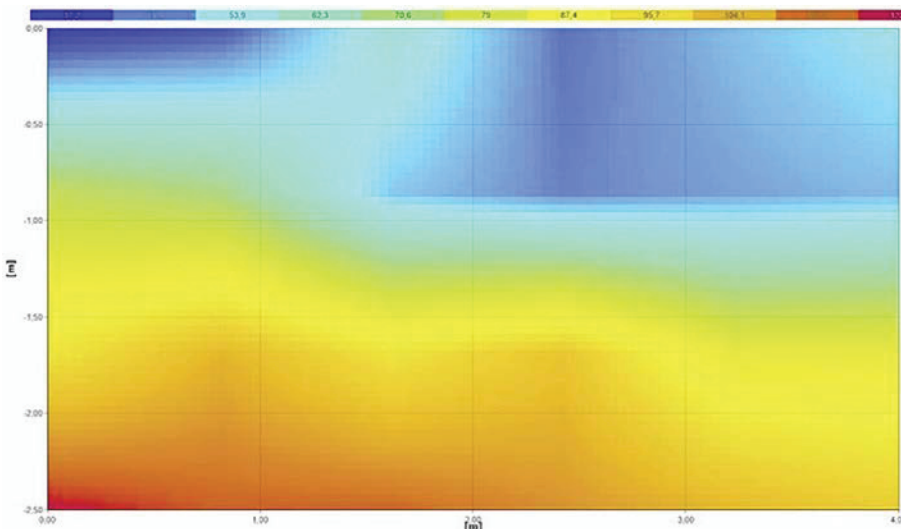
und Schadstellen sicher ermittelt und eingegrenzt werden. Im Folgenden wird auf die fachgerechte Feststellung, Feuchtemessung und Schadenbewertung eingegangen.

Feuchteaufnahme

Grundsätzlich unterscheidet man bei Feuchteschäden zwischen einer direkten und einer indirekten Aufnahme von Feuchtigkeit. Bei der direkten Aufnahme wirkt das Wasser direkt auf Bauteile ein. Leckagen, mangelhaft abgedichtete Baukörper, Überschwemmungen, Grundwasser sind Beispiele hierfür. Die Einwirkung kann temporär oder auch permanent vorhanden sein. Ursache ist hier in



(1) Schimmelbildung nach Feuchteschaden in der Wohnung



(2) Visualisierung Feuchteprofil Innenwand Rastermessung: Deutlich sichtbare erhöhte Bauteilfeuchtigkeit im unteren Wandbereich; die Feuchtwerte nehmen nach oben hin ab. Zur Kontrolle des Feuchteprofils ist die Rückseite der Wand ebenfalls zu messen.

der Regel ein vorliegender Schaden, wie etwa eine defekte Rohrleitung, fehlende und mangelhafte Abdichtung etc.

Bei der indirekten Aufnahme kommt es zu Feuchtigkeitsausfall in der Konstruktion oder auf Bauteiloberflächen. Schimmelbildung, Verfärbungen und Farbabblösungen sind Beispiele hierfür. Als Ursache kann Kondensationsfeuchte oder Tauwasseraus-

fall genannt werden. Man spricht von einem bauphysikalischen Mangel: Hygroskopische Feuchtaufnahme ist eine weitere Art der indirekten Feuchtaufnahme. Salzbelastete Konstruktionen entziehen der Umgebungsluft Feuchtigkeit und transportieren diese in das Bauteil.

Die Ursachen für Feuchteschäden sind vielfältig. Speziell bei älteren Gebäuden ist eine

fehlende oder mangelhafte Abdichtung im erdberührten Bereich, ein unzureichender Spritzwasserschutz in Sockelbereichen oder eine mangelhafte Horizontalsperre oftmals Grund des Feuchteschadens.

Einer der häufigsten konstruktiven Mängel, welche zu Feuchteschäden führen können, sind falsch ausgeführte Anschlussdetails von Türen, Fenstern oder Balkonen. Aber auch Abdichtungen von Bädern, bodengleiche Duschen o. Ä. gehören aus der Erfahrung des Autors in den letzten Jahren mit zu den verbreiteten Ursachen.

Zudem birgt die Entwicklung zu immer energieeffizienteren Häusern eine neue Feuchtequelle. Falsch dimensionierte oder nicht fachgerecht ausgeführte Wärmedämmverbundsysteme können zu Feuchteintritt in das Bauwerk oder Kondensationsfeuchte an Wärmebrücken führen.

Als weitere Ursache für Feuchteschäden in Wohnräumen muss an dieser Stelle auch das Nutzerverhalten genannt werden. Ein falsches Heiz- und Lüftungsverhalten führt häufig zu Feuchteschäden.

Feststellung: Der Vor-Ort-Termin

Der erste Schritt der Ursachenfeststellung ist die Inaugenscheinnahme des Schadens vor Ort. So werden die baulichen Gegebenheiten, die Nutzungsbedingungen, der Schadensumfang und aktuelle Klimadaten aufgenommen. Eine Checkliste stellt dabei sicher, dass alle relevanten Daten erfasst werden.

Typische Anzeichen für einen Feuchteschaden sind:

- dunkle Flecken oder Verfärbungen,
- Putzabplatzungen,
- Salzausblühungen,
- Schimmelbildung,
- muffiger Geruch sowie
- Materialverformungen.

Häufig sind Feuchteschäden und deren Ursache schon über einen längeren Zeitraum vorhanden. Der Schaden wird jedoch erst später, manchmal erst nach Monaten oder Jahren, sichtbar. Umso



Das Buchpaket für Ihren Sanierungsvorsprung

Schadenfreies Bauen



Ermittlung und Beseitigung von Bauschäden



Ihr Vorteilspaket

Alle Anforderungen für ein schadenfreies Gebäude sowie die Prävention von Bauschäden mit anschaulichem Bildmaterial immer im Blick.

Anwendungsorientierte Hinweise zur fachgerechten Schadensermittlung sowie effizienten Maßnahmen zur Schadensbeseitigung für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle.

- ✓ Informationen zum schadenfreien Bauen sowie der Schadensbeseitigung
- ✓ Digitale Tabellen zu Herstellungskosten sowie Schadensbeseitigungskosten
- ✓ Hoher Praxisbezug dank anschaulichem Bildmaterial

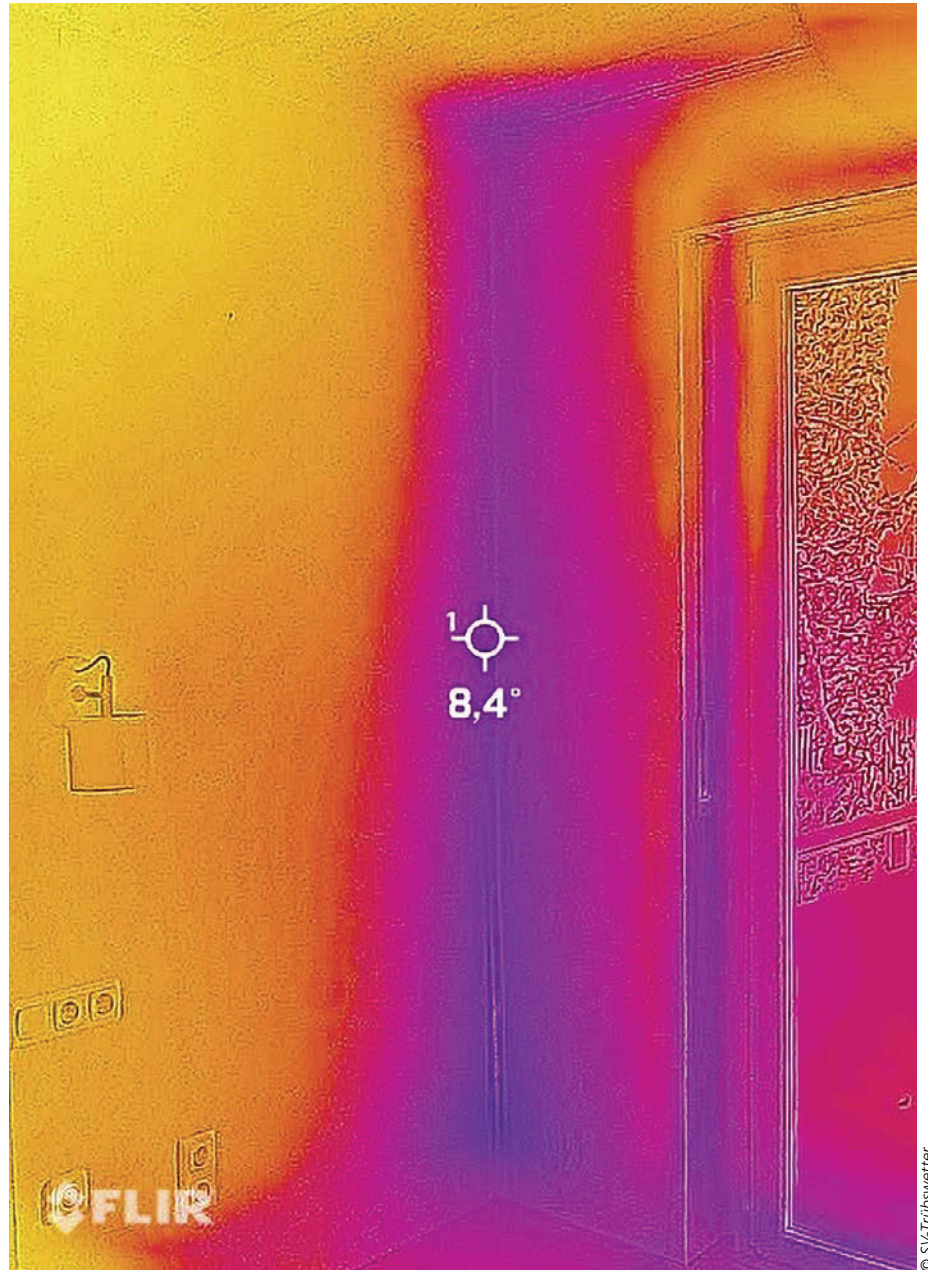
Jetzt bestellen unter www.forum-verlag.com/3640e





© Trotec

(3) Messverfahren: Mikrowellenmesstechnik, kapazitives Verfahren, Widerstandsverfahren



© SV-Trübswetter

(4) Thermografie Außenecke: Deutlich sichtbare niedrigere Temperaturen im Schadensbereich der Außenecke

wichtiger ist der Einsatz geeigneter Messtechnik zur Unterstützung bei der Ursachenfeststellung. Im Folgenden wird daher auf die fachgerechte Feuchtemessung eingegangen.

Feuchtemessung

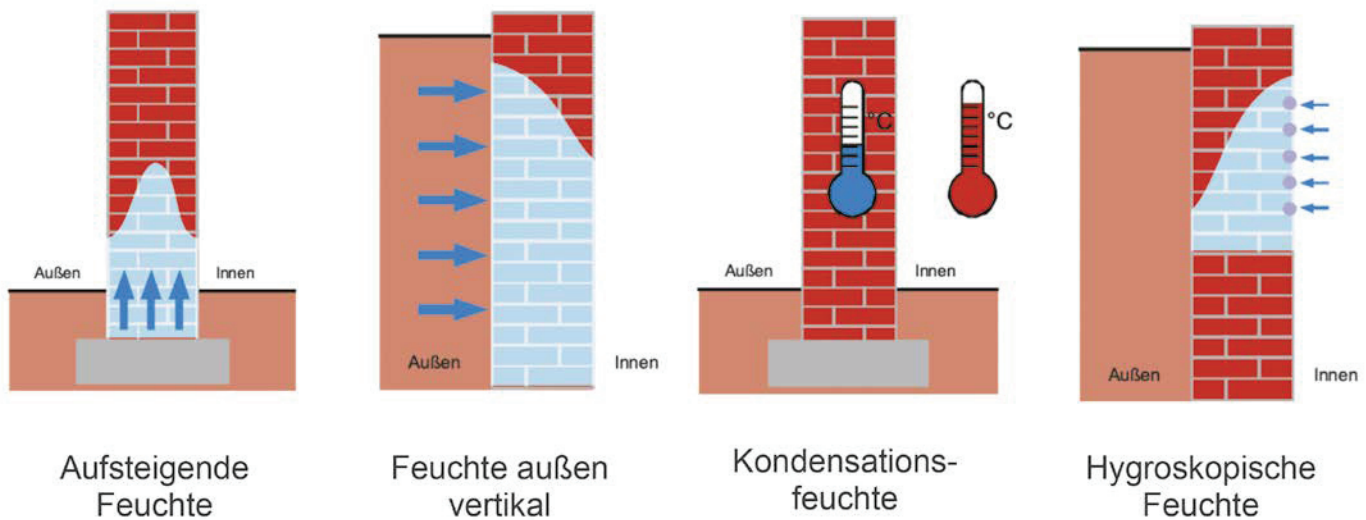
Es gibt keine eindeutige Definition eines trockenen Bauteils. Abhängig von der Dichte, des Salzgehalts und der Temperatur des zu messenden Baustoffs ä-

dert sich die Feuchteaufnahme. Die nachfolgend erläuterten Messverfahren geben einen Überblick, für welchen Zweck ein Verfahren eingesetzt werden kann.

Die Messverfahren liefern unterschiedliche Messergebnisse, die es im Kontext zu interpretieren gilt. So geben etwa Messwerte in Masse-% den absoluten Feuchtegehalt eines Baustoffs an, während Werte in Digits nur im Vergleich aussagekräftig sind.

Darr-Methode

Bei der Darr-Methode werden Materialproben entnommen, luftdicht verpackt und im Labor ausgewertet. Die Probe wird dabei zerkleinert und gewogen. Durch Darren (Dörren) wird der Probe das Wasser entzogen, bis sich eine Gewichtskonstanz eingestellt hat. Im Anschluss wird die Probe nochmals gewogen. Aus den gewonnenen Werten kann der Feuchtegehalt in Masse-% errechnet werden. Es sind bereits Darr-



© SV-Trübswetter

(5) Feuchtelastfälle

waagen auf dem Markt, welche den Prozess und die Berechnungen automatisch durchführen. Das Verfahren wird in Analytik und Nachweis von Bauschäden angewandt und ist vor Gericht anerkannt.

CM-Methode

Bei der CM-Methode wird eine Materialprobe entnommen und zerkleinert. Nach dem Abwiegen wird die Probe mit Stahlkugeln und einer CM-Ampulle in eine Druckflasche gegeben und mittels Schüt-

tels aktiviert. Nach ca. 15 Minuten kann der Druck im Behälter abgelesen und anhand einer Umrechnungstabelle in Masse-% umgerechnet werden. Das Verfahren kann vor Ort eingesetzt werden. Der häufigste Anwendungsbereich ist der Nachweis der Belegreife von Estrichböden.

Widerstandsmessung

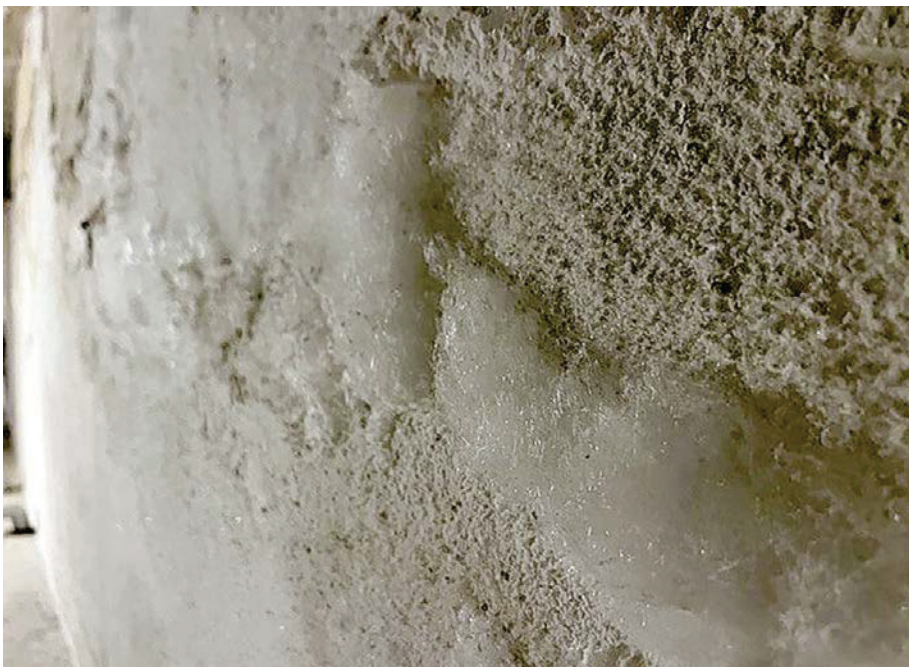
Bei der Widerstandsmessung wird der Materialwiderstand zwischen zwei Elektroden gemessen. Über einen Einschlag-

döpper oder über zwei Bohrungen werden die Elektroden in die Messstelle eingebracht. Der Messwert kann in Digits abgelesen werden. Unterschiedliche Materialien besitzen unterschiedliche Leitfähigkeiten, die angezeigten Messwerte sind nur als Vergleichsmessung aussagekräftig. Durch den Einsatz von unterschiedlichen Messelektroden können Messungen in verschiedenen Tiefen durchgeführt werden. Das Verfahren eignet sich so auch für den mobilen Einsatz vor Ort.

relative Luftfeuchte in %	Holzausgleichsfeuchte in %							Beispiel: Indirekte Messung
	21,1	21,0	21,0	20,8	20,0	19,8	19,3	
90	21,1	21,0	21,0	20,8	20,0	19,8	19,3	Mittlere Raumtemperatur wird auf Innenwänden oder nicht beheizten Estrichen ermittelt.
85	18,1	18,0	18,0	17,9	17,5	17,1	16,9	
80	16,2	16,0	16,0	15,8	15,5	15,1	14,9	Die Holzfeuchte am Massivholzeinsatz der Zimmertür beträgt 11,8 %.
75	14,7	14,5	14,3	14,0	13,9	13,5	13,2	
70	13,2	13,1	13,0	12,8	12,4	12,1	11,8	Die relative Luftfeuchtigkeit bei 20 °C Raumtemperatur beträgt 65 %.
65	12,0	12,0	11,8	11,5	11,2	11,0	10,7	
60	11,0	10,9	10,8	10,5	10,3	10,0	9,7	Das Holz nimmt die Gleichgewichtsfeuchte an, sodass die relative Luftfeuchtigkeit etwas 10 Tage vorhanden war.
55	10,1	10,0	9,9	9,7	9,4	9,1	8,8	
50	9,4	9,2	9,0	8,9	8,6	8,4	8,0	Zwischenliegende Werte sind durch Interpolation zu ermitteln.
45	8,6	8,4	8,3	8,1	7,9	7,5	7,1	
40	7,8	7,7	7,5	7,3	7,0	6,6	6,3	
35	7,0	6,9	6,7	6,4	6,2	5,8	5,5	
30	6,2	6,1	5,9	5,6	5,3	5,0	4,7	
25	5,4	5,3	5,0	4,8	4,5	4,2	3,8	
Temperatur in °C	10	15	20	25	30	35	40	

© SV-Trübswetter

(6) Tabellarische Darstellung der relativen Luftfeuchte im Vergleich zur Holzausgleichsfeuchte



(7) Salpeterausblühung an einer Außenwand: Auskristallisierte Salze sind ein starkes Indiz für vom Erdreich eindringende Feuchtigkeit.

gewöhnlichen Temperaturabweichungen auf Bauteilen.

Bewertung des Raumklimas

Die Feststellung des Raumklimas ist besonders während der Heizperiode wichtig. Die Ermittlung der Raumklimadaten, Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur erfolgt normalerweise mittels Kombigeräten. Beim Einsatz ist darauf zu achten, dass die Geräte mindestens 10 Minuten Zeit zur Akklimatisierung hatten. Die ermittelten Messdaten geben immer das Raumklima zum Messzeitpunkt wieder. Eine rückwirkende Feststellung der Daten zum Zeitpunkt des Schadeneintritts ist nicht möglich. Eine Bewertung der bauphysikalischen Gegebenheiten ist mit den gewonnenen Daten nicht immer möglich.

Bei angekündigten Messungen oder Untersuchungen können die Verhältnisse vor Ort beispielsweise von den Nutzern durch gezieltes Heizen oder Lüften beeinflusst werden. Sind bauphysikalische Daten zu ermitteln, empfiehlt es sich daher, die Raumklimadaten indirekt zu messen.

Für die indirekte Messung der Raumtemperatur werden die Wärmespeichereffekte massiver Bauteile verwendet. Die Temperatur von Bauteilen ohne Wärmeverlust nach außen und ohne direkte Sonneneinstrahlung ist direkt abhängig von der Umgebungstemperatur. Es kann mittels der Temperatur einer Innenwand Rückschlüsse auf die Durchschnittstemperatur des Raumes gezogen werden. Diese gibt Auskunft über das Temperaturniveau, welches ca. in den letzten 72 Stunden vorlag.

Bei unbehandelten Massivholzbauteilen können über die Feuchtemessung am Holz, wie beispielsweise Türunterseiten, Schränke o. Ä., Rückschlüsse auf die durchschnittliche Raumluftfeuchte gezogen werden. Die Holzfeuchte ist direkt abhängig von der Umgebungfeuchte. Die Tabelle (dargestellt in Abb. 6) zeigt die Holzausgleichsfeuchte. In dieser können die Werte der relativen Luftfeuchte bei der entsprechenden Raumtemperatur abgelesen werden. Mit diesen beiden Werten lassen sich während der

Mikrowellen Methode

Beim Messverfahren mit Mikrowellen wird ein von außen an ein Material angelegtes elektromagnetisches Wechselfeld verwendet. Die Eindringtiefe ins Material und die Antennenabmessungen sind direkt von der Wellenlänge abhängig. Die verwendete Wellenlänge bildet somit einen Kompromiss zwischen der Antennengröße und der Eindringtiefe. Um verschiedene Messtiefen realisieren zu können, werden entweder Antennen oder Streufeldanordnungen im Messkopf verwendet. Bei der Messung handelt es sich um eine indirekte Messmethode, die Messwerte sind nur im Vergleich aussagekräftig.

Kapazitative Messmethode

Die wohl meistverbreitete Methode zur Feuchtemessung ist das kapazitative Verfahren. Das zerstörungsfreie Verfahren ermöglicht Messungen bis zu 4,0 cm Tiefe. Die Messgeräte sind meistens an der Kugel zu erkennen. Hält man diese auf die zu bewertende Oberfläche, bildet sich ein Feld um die Kugel aus. Je nach Dichte und Durchfeuchtung wird ein Messwert in Digits ausgegeben. Die Messwerte sind nur im Vergleich aussagekräftig. Um verlässliche Werte zu erhalten, können nur Messungen

auf Flächen mit einem gleichartigen Aufbau angewendet werden. Allein die Angabe der Digits ist nicht ausreichend. Es gibt Messgeräte mit einem Anzeigebereich von 0–100 Digits sowie mit 0–150 Digits, was zu einer unterschiedlichen Einstufung der Feuchtigkeit eines Messwerts führt. Es ist grundsätzlich eine Referenzmessung an einem Bauteil mit identischem Aufbau anzugeben.

Feststellung der Oberflächentemperaturen

Oberflächentemperaturen können bei der Ursachenforschung von Feuchteschäden mit Oberflächenfühlern oder mit Infrarotgeräten kontaktlos ermittelt werden. Es ist darauf zu achten, dass Sonneneinstrahlung die Messwerte verändern kann.

In der Praxis kommt es vermehrt zum Einsatz von Thermografien. Aus Erfahrung des Autors wird hier sprichwörtlich häufig mit Kanonen auf Spatzen geschossen. Eine genaue Ermittlung der Oberflächentemperaturen mittels Thermografie ist zeit- und kostenintensiv und in der Ursachenermittlung oftmals nicht notwendig. Einfache mobile Geräte eignen sich ebenso zur Analyse von außer-

© Unbekannt

Heizperiode zuverlässige bauphysikalische Berechnungen durchführen.

Alternativ können auch Langzeitmessungen mittels Datenlogger durchgeführt werden. Hierbei ist in jedem Fall vor Beginn der Messung die Zustimmung der Bewohner einzuholen, da die Geräte in der Wohnumgebung über einen längeren Zeitraum platziert werden müssen.

Vorgehen bei der Schadenbewertung

Zur Schadenbewertung empfiehlt es sich, unabhängig von der Schadensgröße, immer nach dem gleichen System vorzugehen. So eignet sich aus Sicht des Autors das folgende Vorgehen:

- Aufnahme vor Ort nach Checkliste
- Feuchtemessung
- Raumklimamessung
- Oberflächentemperaturen
- Umsetzen der Messwerte
- Vergleich der Temperaturprofile, Feuchteprofile, Schadenprofile
- Zuordnung zu einem Lastfall/Ursache

Feuchtemessungen

Vor Beginn der Feuchtemessung ist eine Messstrategie festzulegen. Einzelmessungen oder auf den Schadenbereich begrenzte Messungen ergeben kein zuverlässiges Bild. Aussagekräftige Feuchteprofile basieren dabei auf Rastermessungen. Hierbei werden Wände in Raster aufgeteilt und pro Rasterpunkt eine Messung durchgeführt. Die Messwerte können in eine Tabelle oder in eine Visualisierungssoftware eingetragen werden. Ausreißer oder nicht sichtbare Feuchtigkeitsstellen werden somit sichtbar und können in der Bewertung berücksichtigt werden.

Oberflächentemperaturen

Die Messpunkte können direkt auf den Schadstellen liegen. Einzelmessungen sind zu vermeiden. Um Bauteile zu bewerten, kann mittels Thermografie ein Bauteil nach thermischen Abweichungen untersucht werden. Die Definition des Temperaturniveaus erfolgt über die Infrarotmessung. Es ist zu beachten, dass diese Messungen

nur während der Heizperiode aussagekräftig sind. In den Sommermonaten können Fehlstellen aufgrund von mangelhaften Oberflächentemperaturen nur eingeschränkt ermittelt werden.

Vergleich der Profile

Das Schadenprofil, das Feuchteprofil und das Temperaturprofil werden übereinandergelegt und abgeglichen. Sichtbare Schäden zeichnen sich dabei ab: Sie sind in der Regel an einem der Messprofile nachzuvollziehen und einem Lastfall zuzuordnen.

Zuordnung zu einem Lastfall

Im Folgenden sind die häufigsten Lastfälle und die markanten Erkennungsmerkmale aufgeführt. Treffen keine dieser Fälle zu, sind die gewonnenen Werte zu interpretieren und ggf. noch weitere Untersuchungen zu beauftragen.

Aufsteigende Feuchtigkeit

Das Mauerwerk ist von unten durchfeuchtet. Die Feuchtwerte nehmen mit zunehmender Höhe ab. Gegebenenfalls sind sogar Salzausblühungen sichtbar. Feuchtigkeit ist an der Innen- und Außenseite nachweisbar. Tritt das Schadensbild an Innenwänden in Kellern auf, muss eine Undichtigkeit an der Außenwand mit in Betracht gezogen werden.

Feuchtigkeit von außen

Der Schadenbereich befindet sich unterhalb des Erdniveaus. Das Feuchteprofil zeigt erhöhte Feuchtwerte über die Wandfläche.

Kondensationsfeuchte

Es zeigt sich Feuchtigkeit im Schadenbereich, das Bauteil ist aber nicht gesamt durchfeuchtet. Messungen an Innen- und Außenseite sind dabei nötig. Die Oberflächentemperatur ist im Schadenbereich geringer als auf den angrenzenden Bereichen. Ursache hierfür kann eine unzulässige Wärmebrücke oder ein falsches Raumklima sein.

Fazit

Feuchteschäden sind ein komplexes Thema mit einer Vielzahl möglicher Ursachen. Nur durch eine systematische und fachlich fundierte Feststellung der Ursache lassen sich dauerhafte Lösungen erzielen. Der Einsatz geeigneter Mess- und Analyseverfahren ist dabei ebenso wichtig wie das Verständnis für bauphysikalische Zusammenhänge. Prävention, regelmäßige Wartung und nicht zuletzt auch ein sachgerechtes Nutzerverhalten tragen wesentlich zur Vermeidung künftiger Schäden bei. ■

Zur Person



© SV-Trübswetter

Michael Trübswetter

ist DIN EN 17024 zertifizierter Bau-sachverständiger für Schimmel- und Feuchteschäden und Immobilienbewertung. Seine Schwerpunkte liegen in der Bewertung und Beseitigung von Schimmel- und Wasserschäden. Zuvor war er 10 Jahre als Geschäftsführer in einem Fachbetrieb für Bauwerksabdichtung und Schimmelsanierung tätig.

Kontakt

Internet: www.sv-truebswetter.de

E-Mail: kontakt@sv-truebswetter.de