Fachbeitrag aus GEB 03/2018
> www.geb-info.de <

Ursachen für Feuchte in Bauteilen

FEUCHTESCHUTZ ALS ARBEITSAUFTRAG – TEIL 1 Die Schimmelpilzsanierung kann nicht mit der Sanierung von Feuchteschäden im Allgemeinen gleichgesetzt werden. Lesen Sie, was zu einem ganzheitlichen Verständnis und Vorgehen im Feuchteschutz gehört und wie die einzelnen Themen in der Praxis zu berücksichtigen sind Jürgen Veit

Der Anlass für diesen Beitrag geht auf eine Diskussion mit Vertretern des Handwerks zurück. Es ging um die Frage, ob Absolventen einer Qualifizierung zur Schimmelpilzsanierung generell auch auf die Sanierung von Feuchteschäden[1] vorbereitet seien.

In der Praxis ist zu beobachten, dass das Spezialgebiet Schimmelpilzsanierung zunehmend synonym für die Sanierung von Feuchteschäden im Allgemeinen verwendet wird. Dies widerspricht jedoch einem ganzheitlichen Verständnis und Vorgehen im Feuchteschutz. Im Folgenden werden deshalb Themengebiete herausgearbeitet, die im Handlungsfeld der Sanierung und Prävention von Feuchteschäden stecken. In dieser und der nächsten Ausgabe sind wichtige Punkte dafür zusammengestellt. Diese Auflistung, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, zeigt die große Bandbreite an Themengebieten, die im Bereich des Feuchteschutzes zu beachten sind.

Der Begriff Feuchteschutz

Zunächst ist es notwendig, wenigstens schlaglichtartig die Historie des Begriffs „Feuchteschutz" ab den 1950er-Jahren darzustellen: In dieser Zeit entstand die DIN 4108 [1], die bis heute Anforderungen an den Wärme- und Feuchteschutz zum festen Bestandteil von Planungsaufgaben stellt.

Das Glaser-Verfahren

Helmut Glaser entwickelte ein Rechenverfahren mit dem Ziel, Kondensation in den Wänden von Kühlräumen zu vermeiden [2]. Es wurde als Periodenbilanzverfahren weiterentwickelt und in den 1960er-Jahren als wichtige Planungsgrundlage verankert. Generationen von Baufachleuten sahen im „Glaser-Verfahren" (**Abb. 1**) den Inbegriff des Feuchteschutzes. In der weiteren Entwicklung der DIN 4108 und anderer Regelwerke wurden Themen wie die Wirkung von Beschichtungen oder der Regenschutz berücksichtigt. In Fällen, in denen die Feuchtespeicherung nicht vernachlässigt werden darf, ist dieses Verfahren zur Berechnung des diffusionsbedingten Tauwasserausfalls nicht geeignet.

Für die Prognose von Materialfeuchten sind seit den 1980er-Jahren Simulationsverfahren einschließlich der notwendigen Materialkenngrößen für die Ingenieurpraxis verfügbar. Der klimabedingte Feuchteschutz berücksichtigt in der DIN 4108-3 vier Genauigkeitsstufen vom Tabellenverfahren bis zur Simulation. Darin ist das „gute alte Periodenbilanzverfahren nach Glaser" nur für eingeschränkte Anwendungsbereiche zulässig.

Blick über den Tellerrand

In den 1990er-Jahren prägte ein differenzierteres Verständnis für die Altbausanierung und den Denkmalschutz das Baugeschehen. Damit verbunden war auch ein tiefer gehendes Verständnis des Feuchteschutzes. Feuchte-/Salz-Probleme, Abdichtungs- und Holzschutzfragen sowie komplexe Bauaufgaben wie die Fachwerksanierung wurden unter anderem in den WTA-Merkblättern thematisiert [3]. In dieser Zeit gewann auch die Luftdichtheit der Gebäudehülle an Bedeutung, weil mit dem EnEV- oder sogar Passivhausstandard eine höhere Energieeffizienz angestrebt wurde.

Nachdem in den 2000er-Jahren verstärkt Fälle von Schimmelpilzbefall in Innenräumen registriert wurden, nahm sich das Umweltbundesamt (UBA) dieser Sache an und die Innenraumlufthygiene-Kommission des UBA gab einen Schimmelleitfaden heraus. Die aktuelle Fassung des Leitfadens [4] wurde im November 2017 veröffentlicht

Der Temperaturfaktor f_{Rsi}

Bereits in den 1980er-Jahren war der $f_{R,si}$-Wert als Bewertungsgröße in den Mindestwärmeschutz eingeführt worden. Darin ist die Annahme verankert, dass bei einer relativen Luftfeuchte von ca. 80 % an der Oberfläche Schimmelpilzbildung einsetzen kann. Anhand dieser Feuchteangabe und unter Berücksichtigung von Annahmen für das Außen- und Innenklima wurde eine Vorgabe definiert, die sich bislang bewährt hat. Auf diesen

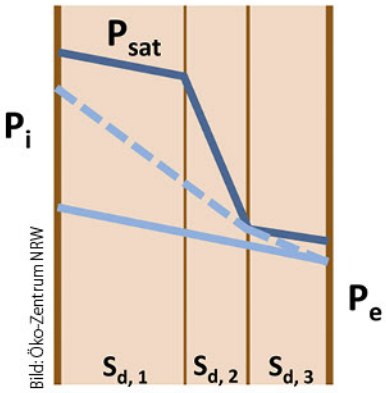

Bild: Öko-Zentrum NRW

1 Darstellung des Grundkonzepts des „Glaserverfahrens" am Beispiel zweier verschiedener Niveaus der Luftfeuchte auf der Raumseite innen: Zunächst werden die diffusionsäquivalenten Luftschichtdicken aufgetragen. Der Dampfdruck baut sich von innen über den Querschnitt des Bauteils bis zum Dampfdruck außen ab (hellblaue Linie). Wenn der Dampfdruckabbau an einer Stelle den Sättigungsdampfdruck erreicht (gestrichelte hellblaue Linie für das Beispiel mit der höheren Feuchte innen), verringert sich die Steigung des Dampfdruckverlaufs. Dies bedeutet, dass sich der Feuchtestrom verringert und deshalb Kondensat an der betreffenden Stelle ausfällt.

1 Der Terminus „Sanierung von Feuchteschäden" wird verbreitet genutzt: Selbstverständlich werden nicht die Feuchteschäden saniert, sondern beispielsweise die betroffenen Bauteile.

Sachverhalt geht der zweite Teil des Beitrags in einem Abschnitt über Wärmebrücken näher ein.

Verbreitete Praxis bei Schadensfällen

Bis heute tun sich die Bau- und Immobilienbranche schwer damit, den Zusammenhang zwischen Wärmeschutz und Lüftung zu vermitteln. Das Phänomen „Schimmelpilzbefall" ruft immer noch Biologen und Hygieniker auf den Plan, die sich neben den Baufachleuten mit dem sachgerechten Vorgehen beschäftigen. In der Praxis gibt es Schadensfälle, die nur aus Sicht eines Schimmelpilzbefalls bearbeitet werden und bei denen sich Architekten und Handwerker in ihrem baufachlichen Vorgehen von Biologen anleiten lassen. Die bautechnischen und bauphysikalischen Aspekte wie Holzschutz, Abdichtungen, luftdurchströmte Bauteile, das thermische, instationäre Verhalten oder die Wasserableitung finden in derartig organisierten Sanierungen nicht immer die notwendige Beachtung. Einem ganzheitlichen Verständnis von Feuchteschutz kann das nicht zuträglich sein. Deshalb wären Baufachleute gut beraten, sich wieder verstärkt dem Feuchteschutz zu widmen und dabei mit ihrer Kompetenz eine leitende Funktion zu beanspruchen.

Plädoyer für den Feuchteschutz als Ganzes

Der Feuchteschutz geht weit über die Schimmelpilzthematik hinaus. Grundsätzlich dreht sich der Feuchteschutz um die Auswirkungen von zu hoher, aber auch von zu niederer Feuchtigkeit bzw. um die Feuchteverteilung. Als exemplarisches Beispiel für ganzheitlichen Feuchteschutz seien hier die wesentlichen Problemstellungen bei Holzdecken über Eishallen dargestellt, die noch immer aktuell sind [5].

Da ist zunächst der Wärmeübergang an der Unterseite des Daches zu bewerten. Der Strahlungsanteil am Wärmeübergang ist geprägt von den niedrigen Temperaturen der Eisfläche. Dies kann dazu führen, dass die Oberflächentemperatur der Dachunterseite deutlich unter die Lufttemperatur abfällt und es deshalb zu hohen relativen Luftfeuchten an der Oberfläche oder gar zu Kondensat kommt. Herrscht unter dem Dach eine starke Luftströmung, so wirkt der konvektive Anteil des Wärmeübergangs der Auskühlung durch den Strahlungswärmeausgleich entgegen (**Abb. 2**). Es ist also von großer Bedeutung, ob eine Halle offen oder geschlossen ist und ob es deshalb mehr oder weniger „zieht". Der Wärmeschutz des Hallendachs und die Luftfeuchte in der Halle beeinflussen zwar die Oberflächenfeuchte an der Dachunterseite, ihre Wirkung ist jedoch in den meisten Fällen geringer als der Wärmeübergang. Im

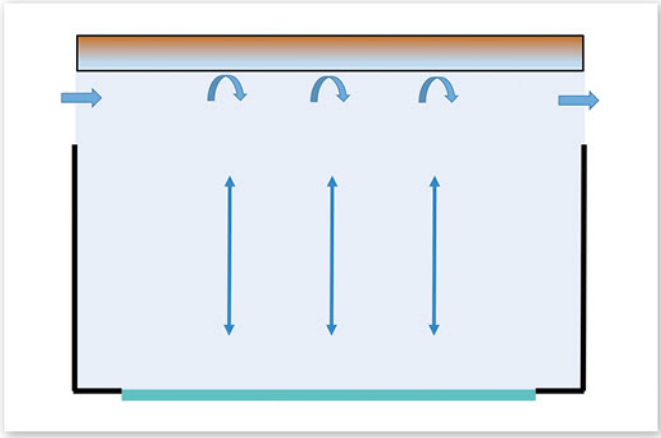

Bild: Öko-Zentrum NRW

2 Schematischer Querschnitt durch eine seitlich offene Eishalle: Die Temperatur der Eisfläche verursacht einen Strahlungswärmeaustausch, der dazu führt, dass sich die Deckenunterseite abkühlt. Die Durchlüftung der Halle mildert diese strahlungsbedingte Abkühlung, weil sie den konvektiven Wärmeübergang an der Deckenunterseite verstärkt.

Übrigen weist die DIN EN ISO 6946 [6] im Anhang A darauf hin, dass in Fällen, in denen die Strahlungstemperatur wesentlich von der Lufttemperatur abweicht, die Anteile des strahlungsbedingten und des konvektiven Wärmeübergangs getrennt in die Berechnung einfließen müssen. Selbstverständlich ist dabei die zeitliche Schwankung des Innenklimas während der Betriebszeit der Eishalle zu berücksichtigen. Zwar lässt sich ein solcher Fall auch in einer Handrechnung behandeln, angemessen ist aber eine Simulation.

Der zweite Teil der Betrachtung liegt auf dem feuchte- und materialtechnischen Verhalten der Dachkonstruktion. Die Gebrauchsklasse, die Dauerhaftigkeit des Holzes, der eventuelle Einsatz von chemischem Holzschutz sowie die Verbindungs- und Klebemittel müssen ebenso beurteilt werden, wie der Betrieb inklusive der Inspektions- und Wartungsintervalle.

Das grob umrissene Beispiel eines Eishallendachs zeigt exemplarisch, dass eine Ausbildung für die Sanierung von Schimmelpilzbefall nicht ausreicht, um Feuchteschäden generell zu beurteilen.

Bild: Jürgen Veit

3 Für Fachwerkfassaden spielt der Schlagregenschutz eine ganz besondere Rolle. Grundsätzlich sind fachwerksichtige Fassaden nur für die Schlagregenbeanspruchungsgruppe I zulässig. Dies entspricht einer jährlichen Wassermenge von ca. 140 l/m², die von der Fassade „verkraftet" werden muss. Das Foto zeigt die Durchfeuchtung einer Fassade von innen nach einem Schlagregen.

Prüfbausteine für den Feuchteschutz

In der Art einer Checkliste (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) werden im Folgenden wichtige Punkte angesprochen, die zu einem planmäßigen Vorgehen im Feuchteschutz gehören – sei es präventiv im Zuge einer Planung oder zur Untersuchung eines Schadens. Die folgenden Abschnitte widmen sich dem Wasser im Bauteil. Der zweite Teil des Beitrags befasst sich dann im GEB 04-2018 mit der relativen Luftfeuchte an Bauteiloberflächen und mit Besonderheiten einzelner Materialien.

Die Gliederung folgt teils dem Schimmelleitfaden des UBA, ist jedoch er-

Bild: Jürgen Veit

4 Kleine Ursache – große Wirkung: Die Wasserableitung der Schornsteinbefestigung erfolgte nicht vom Gebäude weg und führte zur Durchfeuchtung der Fassade.

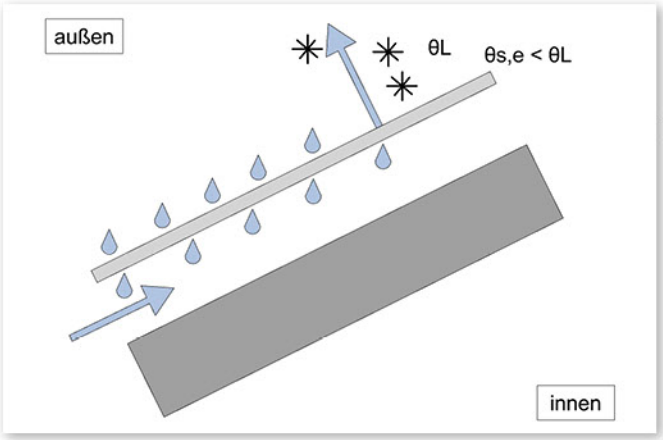

Bild: Öko-Zentrum NRW

5 Schema einer Hinterlüftung eines Daches. Durch nächtliche Abstrahlung kann es zur Kondensatbildung auf der Unterseite der Dachhaut kommen. In Einzelfällen kann dadurch die Hinterlüftung sogar die Feuchteansammlung noch verstärken.

gänzt um weitere Bereiche des Feuchteschutzes, die dort ausgelassen wurden.

Wasser im Bauteil

Von außen eindringendes Wasser

Wasser im Erdreich

Als Voraussetzung für die sachgerechte Abdichtung gegen drückendes und nicht drückendes Wasser im Erdreich ist der Bemessungswasserstand – der stark schwanken kann – festzustellen. Dann werden die Nutzungsklassen und Abdichtungsbauweisen definiert. Seit Juli 2017 sind dafür die neuen Abdichtungsnormen in Kraft. DIN 18195 [7] legt Begriffe sowie Abkürzungen und Bezeichnungen fest für die Anwendung der Abdichtungsnormen DIN 18531 bis DIN 18535. Die Abdichtung von erdberührten Bauteilen sowie Abdichtungen in und unter Wänden regelt DIN 18533 [10]. Für Sanierungsfälle sind die WTA-Merkblätter wichtig.

Schlagregen

Beim Schlagregenschutz nach DIN 4108 Teil 3 werden Bauteile den Beanspruchungsgruppen zugeordnet. Entscheidend für die Tauglichkeit der Bauteile ist, dass die Wasseraufnahme in angemessenem Verhältnis zur Trocknungsmöglichkeit steht. Insbesondere Mauerwerksarten und Putze sind zu bewerten [13]. Auch die Gefahr der Hinterfeuchtung muss berücksichtigt werden. Hierzu gehören Risse in ansonsten dichten Außenbeschichtungen oder die unvermeidbare Aufnahme von Wasser in Fugen, etwa in Natursteinfassaden oder an Holzfachwerkbauten. Daraus können verschiedene Mechanismen der Schalenbildung und Abplatzungen entstehen, z.B. im Zusammenhang mit zu starker Trocknung der oberflächennahen Schichten und damit verbundener Salzkristallisation unter der Oberfläche. Nicht immer ist daher eine Wasser abweisende Oberfläche eine gute Lösung.

Ableitung von Oberflächenwasser

Für die Entwässerung von Dachflächen, Fassaden und Außenoberflächen kommt dem Schutz bei Starkregenereignissen eine wachsende Bedeutung zu. Außerdem ist zu prüfen, ob sich im Winter Eis bilden kann und ob das Wasser dann noch abgeleitet wird. Oft zeigt sich in kleinen Details, ob die konstruktiven Konsequenzen der Wasserableitung bedacht wurden – an Fensterbänken oder Befestigungselementen an Fassaden usw. (**Abb. 4**).

In diesen Bereich fallen auch Abdichtungen von Dächern, Balkonen, Loggien und Laubengängen nach DIN 18531 [8] sowie die Abdichtung befahrbarer Verkehrsflächen aus Beton nach DIN 18532 [9].

Tauwasser im Bauteil

Diffusionsbedingte Feuchteanreicherung

Bauteile müssen so aufgebaut sein, dass es nicht zu längerfristiger Feuchteanreicherung kommen kann (DIN 4108-3). Im Holzschutz müssen Trocknungsreserven eingeplant werden. Damit wird nicht nur eine ausgeglichene rechnerische Feuchtebilanz verlangt, sondern es muss eine zusätzlich angenommene Feuchtemenge unschädlich abtrocknen können. In diesem Zusammenhang ist auch auf Bauteile zu achten, deren Rücktrocknung behindert wird, wie Holzflachdächer mit Dachbegrünung oder PV-Modulen.

Feuchtekonvektion und Luftdichtheit

Durch Fehlstellen in der Luftdichtheitsschicht der Gebäudehülle kann Innenraumluft in die Konstruktion einströmen. Die Feuchte, die dadurch eingetragen wird, ist oft höher als jene, die durch Diffusion ins Bauteil gelangt. Gefriert diese Feuchte, kann es beim anschließenden Tauwetter sogar zu Schadensbildern wie bei einem Rohrbruch kommen.

Feuchteanreicherung durch Hinterlüftung

Für die Hinterlüftung von Fassaden, Dächern oder Innenbekleidungen gelten diverse Regeln der Technik. Trotzdem gibt es immer wieder Fälle, in denen sie feuchtetechnisch keine Entlastung, sondern eine Belastung darstellen (**Abb. 5**). Dabei geht es um Feuchteanreicherungen, die z.B. durch Feuchtezufuhr auf der Hinterlüftungsstrecke entstehen oder um Kondensation bei Dächern infolge nächtlicher Abstrahlung. Eine nachträgliche Dämmung kann dazu führen, dass ein durchlüfteter Dachraum im Winter kälter und dadurch feuchter wird, als dies zuvor der Fall war.

Wasser aus dem Gebäudeinneren

Nassräume

Um die Abdichtung von Innenräumen entsprechend auszulegen, werden nach der DIN 18534 [11] Wassereinwirkungsklassen festgelegt. Die Abdichtung von Behältern und Becken ist in der DIN 18535 [12] geregelt.

Entwässerung, Leitungslecks, Kondensat auf Kaltwasserleitungen

Undichte Rohrleitungen, fehlende Rückstausicherungen und ähnliche Mängel können dazu führen, dass große Wassermengen ins Bauwerk eindringen. Ein noch größeres Problem verursachen unter Umständen kleine Wassermengen, die sehr langsam und über lange Zeiträume wirken. Leicht kontrollierbare Leitungsführungen oder Bauweisen, bei denen Durchfeuchtungen schnell bemerkt werden, sind daher zu bevorzugen.

Rückhaltung von eingedrungenem Wasser

Baukonstruktionen sollen so ausgebildet werden, dass sie im Fall unkontrolliert auftretender Feuchtebelastungen eine möglichst hohe Schadenstoleranz haben: Durchfeuchtungen sollen schnell sichtbar werden und die Bauteile möglichst diffusionsoffen sein, damit sie gut austrocknen können. Beispielsweise sollten in Holzbalkendecken unterhalb der Abdichtungsschicht von Feuchträumen keine Wasser speichernden Baustoffe und keine zweite Abdichtungsebene verbaut werden.

Baufeuchte

Materialien, Schichtenfolge und Trocknungszeiten

Aus Bauteilen, die sowohl nach außen als auch nach innen diffusionsfähig sind, trocknet Feuchtigkeit leichter ab [14]. Alleine die Diffusionsfähigkeit genügt jedoch nicht immer. Einige Materialien, wie Holz und Porenbeton, können hohe Feuchteunterschiede in einem Materialquerschnitt haben. Wenn die äußere Schicht eines Materialquerschnitts auf den sogenannten „hygroskopischen Bereich“ heruntergetrocknet ist, kann die Abtrocknung vom „nassen Kern“ durch diese äußere Schicht nur noch durch Diffusion und damit sehr langsam erfolgen. Damit kann es durch ungleiche Quell- und Schwindprozesse (zwischen nassem Kern und trockener Außenschicht) zur Rissbildung kommen.

Einbaufeuchte

Für alle Materialien gilt grundsätzlich, dass sie mit den Feuchtegehalten eingebaut werden, die sich bei den späteren Nutzungen auch einstellen. Die Ausgleichsfeuchte wird meist mit dem Wert angegeben, der sich bei einer relativen Luftfeuchte von 80 % einstellt. Für Innenräume ist dieser Wert zu hoch. Hier ist ein Materialfeuchtegehalt bei 50 % r. F. angemessen [2].

Ausblick

Die bis hier erläuterten Punkte zeigen bereits, dass die Vorbeugung und Sanierung von Feuchteschäden eine große Bandbreite an Themen umfasst. In der nächsten Ausgabe wird dargestellt, was im Hinblick auf die relative Luftfeuchte an Bauteiloberflächen zu beachten ist und dass besondere Materialeigenschaften ebenfalls berücksichtigt werden müssen. ■

2 Siehe z. B. DIN EN 942 Holz für Tischlerarbeiten.

Bild: Jürgen Veit

6 Unkontrollierbarer Dachanschluss: In diesem Fall führte die über Jahre in geringer Menge eingedrungene Feuchtigkeit zur unentdeckten Zerstörung weiter unten liegender Holzbalkendecken.

Quellen und Literatur

[1] DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden: Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz; Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

[2] Glaser H.: Vereinfachte Berechnung der Dampfdiffusion durch geschichtete Wände bei Ausscheidung von Wasser und Eis. Kältetechnik 10 (1958), H. 11, 358-364 (Teil 1), H. 12, 386-390 (Teil 2)

[3] Merkblätter der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (Hrsg.); www.wta-international.org/schriften

[4] Umweltbundesamt (Hrsg.): Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden. Dessau 2017; www.bit.ly/geb1423

[5] Scharmacher, F.: Feuchteschutz bei Eishallen. Mikado 2016, Heft 12, S. 33–34; www.bit.ly/geb1425

[6] DIN EN ISO 6946 Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren

[7] DIN 18195 Abdichtung von Bauwerken – Begriffe

[8] DIN 18531 Abdichtung von Dächern sowie Balkonen, Loggien und Laubengängen

[9] DIN 18532 Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton

[10] DIN 18533 Abdichtung von erdberührten Bauteilen, Abdichtungen in/unter Wänden

[11] DIN 18534 Abdichtung von Innenräumen

[12] DIN 18535 Abdichtung von Behältern und Becken

[13] Künzel, H.: Wasserabweisender Außenputz. Der Bausachverständige 13 (2017), Heft 5, S. 27 bis 30

[14] Vertal, M.: Fallstudie zum Trocknungsverhalten von Außenwandkonstruktionen aus Porenbeton mit Wärmedämmverbundsystemen. Bauphysik 38 (2016), Heft 6, S. 378 ff.

[15] Veit, J.; Barzani, N.: 12,6 °C sind kein Dogma. Einschätzung und Umgang mit dem fRsi-Wert. Gebäudeenergieberater 2016, Heft 9, S. 44-48; www.bit.ly/geb1428

[16] Fouad, N.: Bauphysik-Kalender 2018. Feuchteschutz und Bauwerksabdichtung. Ernst & Sohn Verlag Berlin 2018

Jürgen Veit

Dipl.-Ing. (FH) Bauphysiker, ist Fachleiter im Öko-Zentrum NRW und arbeitet seit über 30 Jahren im Bereich des Feuchteschutzes – sowohl in den Grundlagen, als auch in der Anwendung. Ein Schwerpunkt der Gutachten, Fachplanungen und Seminare sind Raumklima und Innenraumqualitäten.

veit@oekozentrum-nrw.de

Bild: Öko-Zentrum NRW