

Feuchtigkeit kann auf verschiedenen Wegen an und in Gebäude oder Bauteile gelangen. Neben Undichtigkeiten kommt es häufig durch Neubaufeuchte oder Materialfeuchte zu Schäden. Ein gutes „Feuchtemanagement“ ist hier wichtig.

Die Bauwerksdiagnostik ist bei der Feststellung für Feuchtigkeitsschäden von enormer Wichtigkeit. Materialuntersuchungen und Bewertungen werden für die Sanierungsplanung, die Sanierungskontrolle oder auch für Bewertungen von Neubaukonstruktionen gleichermaßen benötigt. Art und Umfang der jeweiligen Untersuchungen richten sich nach dem Auftrag und der Fragestellung.

Was ist Baustofffeuchte?

Wasser in Baustoffen wird allgemein als „Feuchte“, auch als „Feuchtigkeit“ und manchmal auch als „Wassergehalt“ bezeichnet. Feuchtigkeit kann auf verschiedenen Wegen an und in einen Baustoff gelangen, zum Beispiel durch:

- Bauphase (Neubaufeuchte)
- Einbau feuchter Baumaterialien
- Kondensatfeuchte
- Feuchtekonvektion
- unzureichendes Heizen und Lüften
- Havarie (Undichtheiten)
- Salze

Die Neubauproblematik

Die Neubaufeuchte wird trotz ständig wiederkehrender Schäden immer noch sehr unterschätzt. Je nach Konstruktion, Jahreszeit und Witterung können bis zu 90 l/m² Feuchtigkeit in einen Neubau eingebracht werden. Dabei beeinflusst die sehr schnelle und auch sehr dichte Bauart die Schadenshäufigkeit. Durch Innenputz und Estrich entsteht wohl die meiste Feuchtigkeit. Die feuchtigkeits-einbringenden Materialien halten sich aber in der Regel schadlos. Meist sind die Holzkonstruktionen unserer Dächer betroffen. Aber auch das Dachdeckerhandwerk trägt heute durch die „relativ winddichte“ Verlegung der Unterdeckbahnen und Unterdeckplatten bereits in der Rohbauphase ein Stück weit zu einer dichteren Gebäudehülle bei. Durch die profilierte Verbindung der Unterdeckplatten, die Verklebung der Überdeckungen bei Unterdeckbahnen und das Schließen der Zusatzmaßnahmen am First kann die Baufeuchte schlechter entweichen, als dies früher der Fall war. Ohne ein funktionierendes „Feuchtigkeitsmanagement“ sind Feuchteschäden vorprogrammiert. Dabei ist ein Schimmelpilzschaden nicht das Schlimmste, was passieren kann!

SERIE SCHADENSDIAGNOSTIK

Michael Zimmermann

Wassergehalt reduzieren



Luftfeuchtigkeit, Bauteilfeuchte, Salze – viele Faktoren können zu Feuchteschäden mit teils schweren Folgen führen. Im dritten Teil der Serie zeigen wir, wie Feuchteschäden durch konkrete Planung minimiert werden.

Baustoffschädigende Salze

Auch in den Baustoffen eingelagerte Salze beeinflussen das Feuchtigkeitsverhalten. Durch die mikroskopische Eigenschaft der Materialien kann ein salzbelasteter Baustoff mehr Feuchtigkeit aufnehmen als ein vergleichbarer Baustoff ohne Salzbelastung.

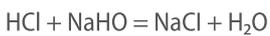
Hinweis:

Salzbelastung in den Baustoffen können auch die Messergebnisse verändern (mehr dazu in Teil 5 – Messtechnik zur Bestimmung der Oberflächenfeuchte)!

Baustoffschädigende Salze sind Sulfate, Chloride, Nitrate und Carbonate. Salze entstehen, wenn sich eine Säure und eine Lauge gegenseitig neutralisieren, beispielsweise:

Säure + Lauge = Salz + Wasser
(Salzsäure + Natronlauge =
Kochsalz + Wasser)

Die chemische Formel hierzu lautet:

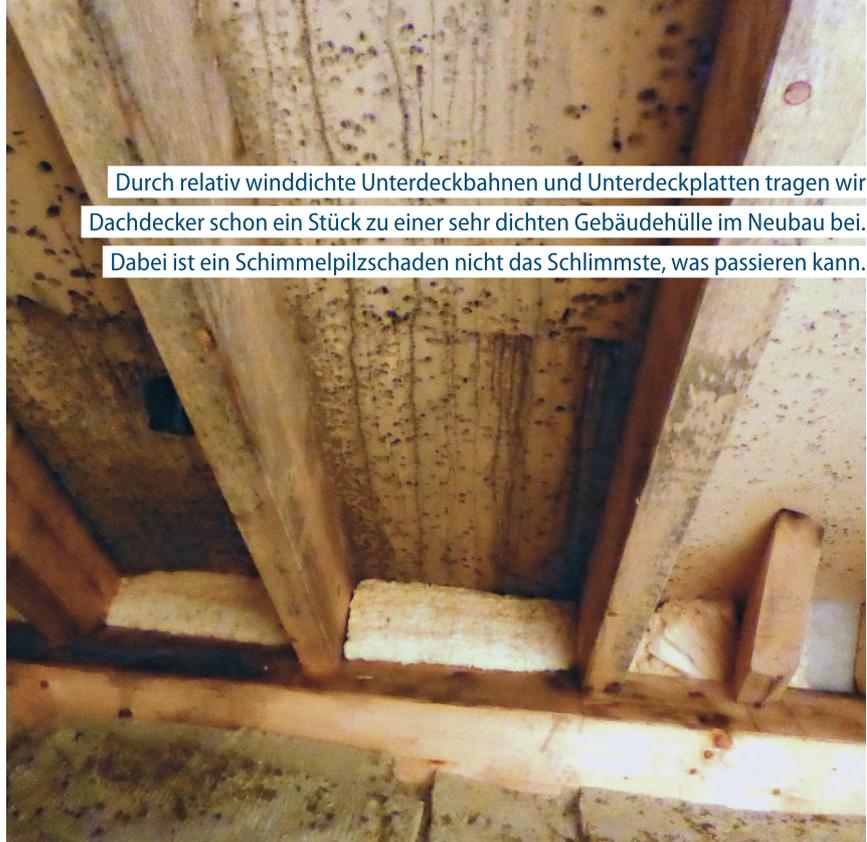


Wassergehalt in Baustoffen

Poröse Baustoffe enthalten immer einen bestimmten Anteil an Wasser. Jeder Baustoff steht in einem für ihn charakteristischen Gleichgewicht mit der Luftfeuchtigkeit. Ist dieses Gleichgewicht gestört, spricht man von „überhöhter Baufeuchte“. Der Wassergehalt von Baustoffen kann auf die Masse des Baustoffes oder auf sein Volumen bezogen werden.

Baustofffeuchte ergibt sich aus Umgebungsfeuchtigkeit

Feuchtigkeit, die ein Baustoff aus der Luft aufnehmen und wieder abgeben kann, wird als „Sorptionsfeuchtigkeit“ bezeichnet. Durch die Sorptionsfähigkeit der Materialien werden auch Raumluftschwankungen durch kurzfristig überhöhte Luftfeuchtigkeit ausgeglichen. Die „Gleichgewichtsfeuchte“ beschreibt den Wassergehalt eines Baustoffes, der sich bei vorhandener Luftfeuchtigkeit einstellt. Ausgedrückt wird dies üblicherweise in dem massebezogenen Wassergehalt eines Baustoffes. (zum Beispiel 9 % Holzfeuchtigkeit bei 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit). Führt man einem Baustoff mehr Feuchtigkeit zu, als er beispielsweise



Durch relativ winddichte Unterdeckbahnen und Unterdeckplatten tragen wir Dachdecker schon ein Stück zu einer sehr dichten Gebäudehülle im Neubau bei. Dabei ist ein Schimmelpilzschaden nicht das Schlimmste, was passieren kann.

Foto: Zimmermann

BEISPIEL BERECHNUNGEN

Massebezogener Wassergehalt u_m

$$u_m = \left(\frac{m_w}{m_t} \right) \cdot 100 \text{ [Masse-\%]}$$

m_f = Masse des feuchten Baustoffs

m_t = Masse des trockenen Baustoffs

$m_w = m_f - m_t$ = Masse des Wassers des Baustoffs

Beispiel 1

Welchen massebezogenen Wassergehalt besitzt eine EPS-Platte, wenn die Probe vor dem Trocknen 231 g und nach dem Trocknen 60 g wog?

$$231 - 60 = 171 \text{ g} \quad \left(\frac{175 \text{ g}}{60 \text{ g}} \right) \cdot 100 = 285 \%$$

Volumenbezogener Wassergehalt u_v

$$u_v = \left(\frac{V_w}{V_b} \right) \cdot 100 \text{ [Vol.-\%]}$$

V_w = Volumen des Wassers im Baustoff

V_b = Volumen des trockenen Baustoffs

Beispiel 2

Wie viel Wasser (in Liter) befindet sich in einer Bauteilschicht von 10 cm Dicke und 1 m² Fläche, wenn der Baustoff einen volumenbezogenen Wassergehalt von 5 Vol.-% besitzt?

$$0,10 \text{ m} \cdot 1,00 = 0,1 \text{ m}^3$$

$$5\% \cdot \left(\frac{0,1 \text{ m}^3}{100} \right) = 5 \text{ dm}^3 = 5 \text{ l}$$

Umrechnung von volumenbezogenem in massebezogenen Wassergehalt und umgekehrt

$$u_m = \left(\frac{\rho_{\text{Baustoff}}}{\rho_{\text{Wasser}}} \right) \cdot u_v \text{ [Vol.-\%]}$$

$$u_v = \left(\frac{\rho_{\text{Wasser}}}{\rho_{\text{Baustoff}}} \right) \cdot u_m \text{ [Masse-\%]}$$

ρ_{Wasser} = Rohdichte von Wasser

ρ_{Baustoff} = Rohdichte des Baustoffs

Beispiel 3

Um auf das Volumen zu kommen, müssen die Rohdichten berücksichtigt werden:

$$\text{Wasser} = 1.000 \text{ kg} = 1 \text{ m}^3$$

$$\text{Baustoff} = 20 \text{ kg} = 1 \text{ m}^3$$

$$u_v = u_m \cdot \left(\frac{\rho_{\text{Baustoff}}}{\rho_{\text{Wasser}}} \right) = 285\% \cdot \left(\frac{20 \text{ kg/m}^3}{1.000 \text{ kg/m}^3} \right) = 5,7 \text{ Vol.-\%}$$

Quelle: Zimmermann

durch die vorhandene Luftfeuchtigkeit aufnimmt, bezeichnet man dies als den „überhygroskopischen Bereich“. Die maximale „Wasseraufnahme“ U_{\max} stellt sich nur durch Druck oder durch lang anhaltende Wasserlagerung ein. Dabei sind alle Poren maximal mit Wasser füllt. Dieser Zustand wird auch als „Sättigungsfeuchte“ bezeichnet und dient als Bezugsgröße für den „Durchfeuchtungsgrad“.

Beispielberechnung

(siehe auch Foto rechts):

Eingeschlossene EPS-Dämmung lag jahrelang im Wasser zwischen der „undichten“ Abdichtung und der „dichten“ Dammsperre.

$$0,00625 \text{ m}^3 \cdot 30 \text{ kg/m}^3 = 0,1875 \text{ kg Normalgewicht}$$

$$1,031 - 0,1875 = \frac{0,8435}{0,1817} \cdot 100$$

= 450 % massebezogener Wassergehalt
= 165 kg/m³ (Diese Information könnte bei der Kalkulation wichtig sein!)

Auswirkungen der Materialfeuchte auf die Dämmleistung

Die Materialfeuchtigkeit beeinflusst auch die Wärmedämmeigenschaften der Baustoffe. Grundsätzlich ist die Wärmeleitfähigkeit abhängig von der Molekularstruktur, der Dichte der Baustoffe und der eingeschlossenen Luftporen. Gute Wärmedämmungen haben eine geringe Rohdichte und einen hohen Luftporenanteil. Viele kleinere Poren dämmen besser als ein großer Hohlraum. Bei einer Mikrostruktur der Poren ist die Wärmeübertragung durch Konvektion sehr gering. Mit zunehmender Feuchtigkeit verliert das Material seine sonst gute Dämmwirkung. Der Grund hierfür ist, dass die gut wärmedämmende Luft in den Poren dem gut wärmeleitenden Wasser weichen muss. Die Poren sind also nicht mehr mit Luft, sondern mit Wasser gefüllt.

Beispiel:

- **Mineralfaserdämmung trocken**, Porenanteil von 92 %, WLZ 040,
 $\lambda_{\text{trocken}} = 0,04 \text{ W} \cdot \text{mK}$



Foto: Zimmermann

Messung einer mit Feuchtigkeit durchsättigten EPS-Dämmung welche ein Vielfaches des ursprünglichen Eigengewichtes aufweist.

- **Mineralfaserdämmung nass**, Porenwasseranteil von 50 %, WLZ 040,

$$\lambda_{w=50\%} = 0,04 + 0,5 \cdot 0,92 (0,604 - 0,0261) \sim 0,305 \text{ W} \cdot \text{mK}$$

Holzfeuchtigkeit

Nicht nur im Holzbau gibt es einen Zusammenhang zwischen Luftfeuchtigkeit und der Holzfeuchtigkeit. Selbst die Hölzer im eingebauten Zustand oder auch das Mobiliar verändern ihre Holzfeuchte je nach absoluter Luftfeuchtigkeit. Die Holzfeuchte ergibt sich aus der Umgebungstemperatur und der vorhandenen Luftfeuchtigkeit. Umgekehrt können auch bei Messung der Holzfeuchte Rückschlüsse auf die relative Luftfeuchtigkeit gezogen werden (siehe dazu: Tabelle S. 27).

Beispiel:

Bei einer Raumtemperatur von 20 °C und einer festgestellten Holzfeuchte von 9 % zum Beispiel an der Unterseite eines Massivholztisches ergibt sich eine durchschnittliche relative Luftfeuchte von circa 50 % während der letzten Tage innerhalb dieses Raumes. Bei 13 % Holzfeuchte wären es circa 70 % relative Luftfeuchte.

Durch Freilufttrocknung werden baupraktisch Holzfeuchten von circa 16 bis 17 % erreicht. Bei absolut trockener Luft wird das Holz frei von Wasser und es ist „darrtrocken“. Erreicht wird das nach einer Trocknung in einem Wärmeofen bei 103 °C. Bei steigender Luftfeuchtigkeit steigt auch wieder die Holzfeuchte. Veränderungen der Holzfeuchte bis zur sogenannten „Fasersättigungsfeuchte“ führen zu Quell- und Schwindbewegungen. Bei den Holzarten Fichte, Lärche, Tanne und Kiefer beträgt das mittlere Schwind- oder Quellmaß 0,25 für 1 % Veränderung der Holzfeuchte.

Beispiel:

Geschalte Dachfläche mit circa 120 mm breiten Schalbrettern. Die Bretter wurden alle ohne Fugen verlegt. Zum Zeitpunkt der Holzfeuchtemessung waren im Durchschnitt 3 mm breite Fugen vorhanden. Die gemessene Holzfeuchte betrug 15 %. Wie hoch war die Holzfeuchte zum Zeitpunkt des Einbaus?

• Lösung:

1 % Holzfeuchte bewirkt:
 $0,0025 \cdot 120 \text{ mm} = 0,30 \text{ mm}$
3 mm Volumenänderung:
 $3/0,30 = 10\% \text{ Holzfeuchte} + 15\% = 25\% \text{ Einbau - Holzfeuchte}$

HOLZFEUCHTIGKEIT

% relative Luftfeuchte	Werte für die Holzgleichsfeuchte						
90 %	21,1	21,0	21,0	20,8	20,0	19,8	19,3
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
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
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
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
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

Auch die Hölzer im eingebauten Zustand verändern ihre Holzfeuchte je nach absoluter Luftfeuchtigkeit, wie die Tabelle zeigt.

Die Holzfeuchte zum Zeitpunkt des Einbaus ist von großer Bedeutung. „Trockenes Bauholz“ hat eine Holzfeuchte < 20 %. Das ist auch gleichzeitig die höchstzulässige Grenze der Holzfeuchte zum Zeitpunkt des Einbaus. Schauen wir uns die Begrifflichkeit „Trocken“ genauer an:

- Sparren: 8/20 – ergibt circa 13 kg/m² zusammen mit einer:
- 24 mm Schalung – ergibt circa 13 kg/m² zusammen circa 26 kg/m²
- 1 % Holzfeuchte entspricht circa 0,26 Wasser pro m² Dachfläche.
- Bei 20 % Holzfeuchtigkeit werden circa 5,20 l/m² Wasser in der Dachkonstruktion eingebaut.

Eine Reduktion auf 15 % Holzfeuchte bedeutet gleichermaßen eine Einsparung von circa 1,30 l/m² Feuchtigkeit, die nicht mit eingebaut wird, kann keine Schäden anrichten und muss auch nicht nachträglich austrocknen.

Anzeige

HÄTTE, WÄRE, MÜSSTE ... ZU SPÄT.



Im Brandfall helfen Ausreden niemandem. Werden Sie lieber frühzeitig Ihrer Verantwortung für Menschen und Werte gerecht. Entscheiden Sie sich für das Optimum an vorbeugendem baulichem Brandschutz. Planen Sie ohne Kompromisse mit den nichtbrennbaren Steinwolle-Dämmstoffen von ROCKWOOL: Euroklasse A1, Schmelzpunkt > 1000 °C.

Übernehmen Sie beim Brandschutz die 1000 °C-Verantwortung!

Der Worst Case ist eingetreten: Das Holztragwerk hat völlig versagt und sich fast vollständig aufgelöst.



Foto: Zimmermann

Wichtig:
Das Holz ist auch nach dem Einbau vor Feuchtigkeit zu schützen.

Ist erhöhte Bau- und Materialfeuchte (teilweise) vermeidbar?

Aufgrund von Neubaufeuchtigkeit kann es gerade im ersten Jahr nach Fertigstellung der Gebäude zu erhöhten Heizkosten aufwendungen kommen. Verschiedene Gerichtsurteile rechtfertigen deshalb einen Mietnachlass in Höhe von 20 bis 25 % im ersten Jahr nach Bezug. Dabei wird die erhöhte Baufeuchte als Mangel angesehen. Und das auch ohne einen akuten Feuchteschaden. In jedem Fall ist im ersten Jahr aufgrund unvermeidbarer Neubaufeuchte ein vermehrtes Lüften notwendig. Vergleichbar ist das mit einem neuen Pkw. Hier muss in der Einfahrphase die Geschwindigkeit entsprechend angepasst werden. Ein neues Auto hat in der Regel auch einen etwas höheren Benzinverbrauch. Genauso ist das auch bei einem neu errichteten Gebäude. Nach der ersten Heizperiode sinkt der Energieverbrauch. Wie stark, hängt von der vorhandenen Neubaufeuchtigkeit ab. Ist die Neubaufeuchtigkeit unvermeidbar und muss sie hingenommen werden? Sollte sich der jeweilige Nutzer dem scheinbar „Unvermeidbaren“ unterwerfen und dem Sachverhalt Rechnung tragen?

Wird beispielsweise nach dem Einbringen des Estrichs keine technische Trocknung vorgenommen, so ist das Gebäude zum Zeitpunkt des Einzugs noch nass. Die fehlende Bautrocknung muss dann allein durch einen Mehrverbrauch von circa 4000 bis 6000 l Heizöl in den ersten Jahren nach Bezug kompensiert

werden. Der Bauherr übernimmt also (zumeist unbewusst) die technische Neubautrocknung. Das war aber nicht immer so! Vor über 100 Jahren wurde ein fester Zeitraum zwischen der Fertigstellung des Rohbaus und dem Erstbezug beschrieben. In der „Bauordnung für die Königlich-Preußische Haupt- und Residenzstadt Berlin“ von 1853 hieß es: „Wohnungen in neuen Häusern... dürfen erst nach Ablauf von neun Monaten nach Vollendung des Rohbaus bezogen werden.“ Durch zeitliche und finanzielle Zwänge ist diese damalige Forderung heutzutage mit Sicherheit nicht mehr durchsetzbar. Sollte die Lösung von heute dann besser ein geordnetes und kontrolliertes Feuchtigkeitsmanagement in unseren Neubauten oder bei umfangreichen Sanierungen sein? Die Entsorgung von Baustellenabfällen und die Reinigung der Baustellen gehört heute zu den Nebenleistungen aller Handwerker. Bauherren und Bauleiter achten mehr oder weniger sehr penibel auf die Umsetzung dieser Handwerkerpflichten. Aber wie sieht es zum Beispiel mit dem Anmachwasser der feuchteinbringenden Gewerke aus? Darf die Feuchtigkeit vom Betonieren, Mauern, Verputzen und vom Einbringen des Estrichs ohne Weiteres im Inneren der Gebäude verbleiben? Die Praxis sieht sehr oft so aus: Das Austrocknen der Bauteile bewirkt gleichzeitig eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit. Diese Feuchtigkeit wird weder optisch noch physikalisch so richtig wahrgenommen. Die Luftfeuchtigkeit ist unsichtbar und aufgrund fehlender Sensorik durch den Menschen auch kaum feststellbar. Aber sie ist trotzdem da und verteilt sich im gesamten Gebäude. Dadurch werden

i PRAXIS-TIPP

Die Holzfeuchte ist zum Zeitpunkt des Einbaues zu messen und durch ein Holzfeuchte-Messprotokoll zu dokumentieren. Sollte die Holzkonstruktionen im weiteren Bauverlauf unzulässig auffeuchten, ist der schriftlich dokumentierte Nachweis über den Einbau von trockenem Holz „bares Geld wert“.

auch „trocken“ eingebaute Materialien aufgefuechtet.

Ausblick auf das nächste Thema (DDH 20.2016)

In den nachfolgenden Serien werden die Messtechniken für Luftfeuchte, Luftdichtheit, Materialfeuchte, Oberflächenfeuchte und Oberflächentemperaturen ausführlich behandelt. //

Suchbegriffe online: www.ddh.de

Bauphysik

Bauteilfeuchte

Holzkonstruktion

Sachverständige/-r



Autor

Michael Zimmermann ist Dachdeckermeister, ö. b. u. v. Sachverständiger für das Dachdeckerhandwerk und EU-zertifizierter Sachverständiger nach ISO 17024 für Schimmelpilzschäden.