

Dipl.-Ing. Arch. Bernhard Riedl

- Seit 1991 selbständig tätig als *Diplomingenieur* und *Architekt*
- ö.b.u.v. SV für *Schäden an Gebäuden*
- *Brandschutzplaner* nach Artikel 62 Abs. 2 Satz 3 Nr. 1 BayBO
- *Zertifizierter Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator*
- *Bauherrenberater* im *Verband privater Bauherren e.V.*
- Veröffentlichung zahlreicher (Bau-)Ratgeber



Arbeitsschwerpunkte:

Wie baue ich richtig, also mit möglichst schadenstoleranten und deshalb dauerhaften (Bau-) Konstruktionen?

Adresse: Anzinger Straße 4, D-81671 München, +49 89 178658-0,
info@riedl-architekten.de, www.riedl-architekten.de

Sinnvoll oder unsinnig ? Feuchtemessungen bei Schimmelschäden in Fußbodenkonstruktionen

**»Was in der Werbung versprochen wird,
kann in der Praxis selten gehalten werden.«**

1. Zusammenfassung

- Zur Feststellung mikrobieller (Bau-)Schäden sind Feuchtemessungen ungeeignet.
- Im Einzelfall können sie eine Hilfe sein beim Aufspüren der Schadensursache(n).
- Die Ergebnisse von Feuchtemessungen bilden (nur) eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Messung und sagen nichts über Vergangenheit und Zukunft.
- Alle Messmethoden haben Messfehler und Fehlerquellen, die bei der Bewertung der (Mess-) Ergebnisse zu berücksichtigen sind.
- Im Hinblick auf die Besonderheit(en) der jeweiligen (Blackbox) Fußbodenkonstruktion ist als Grundlage für eine sachgerechte Bewertung der Messergebnisse meist eine Kalibrierung des Messgerätes erforderlich.
- Ein Gesamtbild ergibt sich erst aus sachverständiger Bewertung der Gesamtsituation (Randbedingungen, visueller Eindruck, Plausibilität, ...).

2. Aufgabenstellung und Begriffsbestimmung „feucht“

Ob und gegebenenfalls in welchem Umfang in den im jeweiligen Einzelfall zu untersuchenden Fußbodenkonstruktionen mikrobielle (Bau-) Schäden vorhanden sind, kann mit Hilfe von Feuchtemessungen nicht (sicher) beantwortet werden. Dafür sind immer auch ergänzende mikrobiologische Untersuchungen von Materialproben im Labor erforderlich.

Wenn aber schon messtechnisch wesentlich erhöhte Feuchtegehalte (sicher) nachgewiesen werden (können), spricht viel für die Annahme, dass dort (auch) mikrobielle (Bau-) Schäden entstehen beziehungsweise bereits entstanden sind.

Begriffsbestimmung: Was heißt in diesem Zusammenhang eigentlich „feucht“? Der Feuchtegehalt eines Baustoffs beziehungsweise Bauteils ist erhöht, wenn er über der bei nutzungsabhängig normalen Klimabedingungen zu erwartenden *Ausgleichs-* beziehungsweise *Gleichgewichtsfeuchte*¹ liegt (siehe auch Abb. 1).

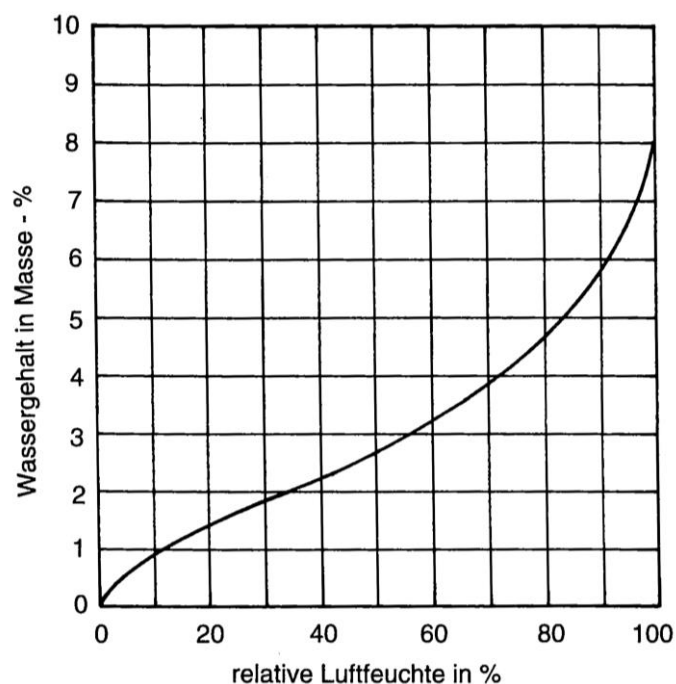


Abb. 1: Sorptionsisotherme von Zementestrich (Wassergehalt bestimmt durch Trocknung bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz)²

Zur messtechnischen Erfassung von Feuchtezuständen sind also (immer) vergleichende Betrachtungen erforderlich.

1

...
Unter Gleichgewichtsfeuchte versteht man ... den hygrischen Zustand eines Baustoffes, bei dem sich sein Wassergehalt im Gleichgewicht mit der langjährig zu erwartenden relativen Luftfeuchte der Raumluft befindet.

...

[Aurnhammer, Klaus G.; *Schäden an Estrichen*; Stuttgart, 2. Auflage, 1999
[ISBN 3-8167-4162-2]; Seiten 71 ff.].

2

Schnell, Werner; *Das Trocknungsverhalten von Estrichen – Beurteilung und Schlußfolgerungen für die Praxis*; Bauwerksabdichtungen – Neubauprobleme – Feuchtigkeit und Wärmeschutz; Referate und Diskussionen der Aachener Bausachverständigentage 1994; Wiesbaden 1994; Seiten 86 ff.

Was mikrobielle (Bau-) Schäden angeht, sind allerdings nur wesentliche und länger andauernde Überschreitungen wichtig.³

3. Messmethoden

Grundsätzlich unterscheidet man

- Feuchtemessungen an Ort und Stelle und
- Untersuchungen entnommener Materialproben im Labor.

Im Wesentlichen sind dies zum einen

- chemische Verfahren (zum Beispiel Calcium-Carbid-Methode),
- thermometrische Verfahren (zum Beispiel Wärmeleitfähigkeitsmessung, Infrarot-Verfahren),
- hygrometrische Verfahren (zum Beispiel Gleichgewichtsfeuchtemessung),
- elektrische Verfahren (zum Beispiel Leitfähigkeitsmessung, Dielektrisches Verfahren, Mikrowellen-Verfahren, Induktions-Verfahren),
- radiometrische Verfahren (zum Beispiel Neutronen-Strahlen, Gamma-Strahlen, siehe Abb. 2),

und zum anderen

- gravimetrische Verfahren (Bestimmung der Feuchtigkeit an zerstörend entnommenen Materialproben).

³ ... Die Feuchtegrenze, unterhalb der kein Wachstum von Schimmelpilzen in Gebäuden auftritt, liegt bei ca. 70 % relativer Feuchte. ...

[WTA Merkblatt 6-3-05/D Rechnerische Prognose des Schimmelpilzwachstumsrisikos, Deutsche Fassung vom 30.04.2006; Stuttgart, 2006 [ISBN 978-3-8167-7332-0]].

Das Schimmelpilzwachstum im Innenraum wird hauptsächlich durch drei Faktoren bestimmt: Feuchtigkeit, Nährstoffangebot und Temperatur. ... Da die Temperaturen in Innenräumen meist in einem für Schimmelpilzwachstum günstigen Bereich liegen und sich außerdem in Innenräumen genügend Nährstoffe für Schimmelpilze ... befinden, kommt der Feuchtigkeit die entscheidende Rolle für Wachstum zu. ...

Schimmelpilze können auf Materialien nur wachsen, wenn eine bestimmte Mindestfeuchte vorhanden ist.

Dabei ist nicht die Gesamtfeuchte des Materials ausschlaggebend, sondern nur das den Pilzen zur Verfügung stehende „freie“ Wasser. Dieser Anteil wird ausgedrückt als Wasseraktivität (a_w -Wert) und ist definiert als Quotient des Wasserdampfdruckes im bzw. auf dem Substrat ... und des Sättigungsdruckes ... des reinen Wassers bei derselben Temperatur Durch Laborexperimente konnte gezeigt werden, dass ... Schimmelpilze ... bereits bei a_w -Werten von 0,7 wachsen Schimmelpilze können also auch auf Materialien wachsen, die nicht sichtbar nass sind. Es genügt eine relative Luftfeuchtigkeit von ungefähr 80 % an der Oberfläche des Materials.

[Teil A-1 Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“); Umweltbundesamt, Innenraumhygiene-Kommission des Umweltbundesamtes; Berlin 2002].

Bei Wasserschäden, die mehrere Tage andauern, muss mit dem Auftreten von Schimmelpilzwachstum gerechnet werden.

[Abschnitt 5.3 Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden“); Umweltbundesamt Dessau, 2005].

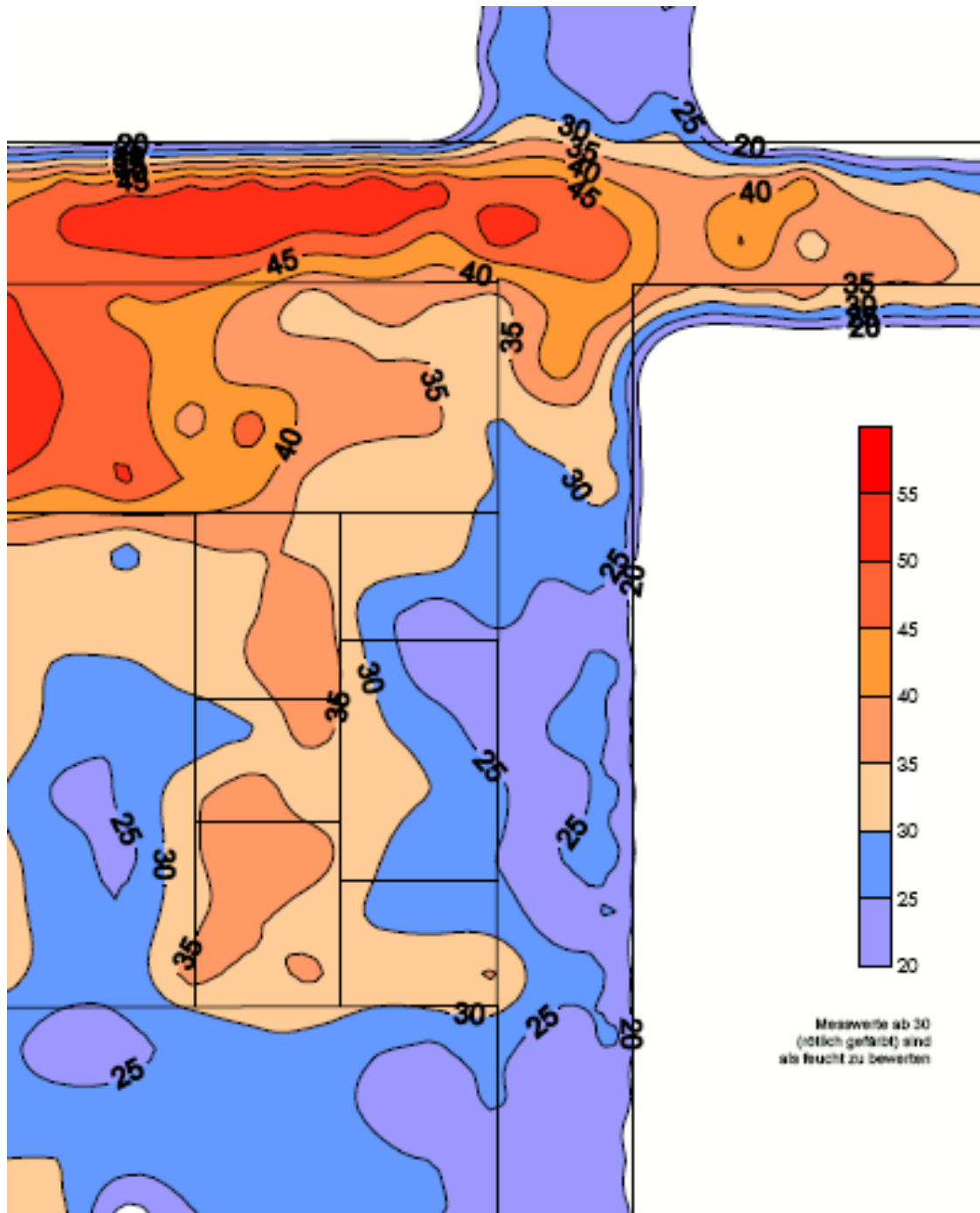


Abb. 2: Bildhafte Darstellung der Ergebnisse einer radiometrischen Messung⁴

⁴ <http://www.feuchtechnik.de/feuchtemessung/radiometrische-messung/>

Alle diese Messmethoden haben systematische Messfehler und Fehlerquellen, die bei der Bewertung der (Mess-)Ergebnisse zu berücksichtigen sind.

Zur möglichst genauen Ermittlung des Feuchtigkeitsgehaltes eines Bauteils oder Baustoffs gibt es auch heute nur die Möglichkeit einer Bauteile zerstörenden Entnahme von Materialproben und deren anschließenden Untersuchung beziehungsweise Wägung und Trocknung im Labor. Bei dieser gravimetrischen Bestimmung der Feuchtigkeit kann eine Mess(un)genauigkeit von $\pm 0,02\%$ erreicht werden.⁵

Die zerstörungsfreien Messmethoden können in der Regel – wenn überhaupt – (nur) zur vergleichend orientierenden Erfassung von (Bauteil-) Feuchtezuständen dienen. Im Hinblick auf die Besonderheit(en) der jeweiligen Fußbodenkonstruktion und ihrer überwiegend verdeckt liegenden (Bauteil-) Schichten (= *Blackbox*) sowie deren meist unbekanntem Einflüsse auf die Messergebnisse ist als Grundlage für deren sachgerechte Bewertung meist eine Kalibrierung des Messgerätes anhand von gravimetrischen Vergleichsmessungen erforderlich. Dies hilft, krasse Fehlinterpretationen von Messergebnissen zu vermeiden.

5

...

Zur Feuchtemessung an Baustoffen bieten sich verschiedene Meßmethoden an. Besonders verbreitet ist nach wie vor die klassische gravimetrische Methode mit Ofentrocknung im Labor. Sie ist bei sorgfältiger Anwendung sehr genau und stellt meist die genormte Feuchtemeßmethode dar. Für die Anwendung vor Ort findet häufig die Calciumcarbid-Methode als chemisches Verfahren Anwendung. Sie liefert recht schnell vor Ort einen Feuchtwert, ist aber deutlich ungenauer als die Trocknungs-Wäge-Methode. Allerdings arbeitet sie immer noch genauer als alle bekannten einfachen elektrischen Messgeräte.

Einfache und preiswerte elektrische Meßgeräte, die bei Frequenzen unter ca. 100 MHz arbeiten, können allenfalls als Anzeigegeräte bezeichnet werden, eine qualifizierte Feuchtemessung ist im allgemeinen Fall nicht möglich. Es konnte durch eigene dielektrische Untersuchungen zweifelsfrei belegt werden, daß diese Verfahren keine eindeutigen Feuchteanzeigen liefern können, wenn, wie dies in der Baupraxis häufiger und in Fällen von Feuchteschäden fast immer gegeben ist, leichtlösliche Salze im Baustoff vorhanden sind.

Darüber hinaus gibt es weitere Störungen durch Elektrodenübergänge und elektrodennahe elektrochemische Vorgänge. Der Versuch, einfache Meßgeräte mit Arbeitsfrequenzen unter ca. 100 MHz zu entwickeln, mit denen vor Ort ohne besonderen Aufwand Feuchtemessungen durchgeführt werden können, konnte und kann nicht von Erfolg beschieden sein.

...

Im Bauwesen stellen die klassischen gravimetrischen Methoden nach wie vor die wichtigsten Feuchtemeßmethoden dar. Handelsübliche Meßgeräte sind nur äußerst begrenzt einsetzbar, insbesondere wenn sie einem elektrischen Verfahren bei tiefen Frequenzen arbeiten.

Es wurde dargelegt, dass es eine Reihe von Versuchen gibt, einen neuen Feuchtemesser zu entwickeln, der insbesondere genau, salzunabhängig, wenig zerstörend, vor Ort einsetzbar, tiefenaufgelöst messend und schnell ist. ... Bislang ist jedoch keines dieser Geräte auf einem Entwicklungsstand, daß eine problemlose Feuchtemessung an Baustoffen möglich ist.

...

[Leschnik, W.; *Feuchtemessung an Baustoffen – Zwischen Klassik und Moderne*; DGZfP-Berichtsband BB 69-CD, Vortrag H2 zum Feuchtetag '99, Umwelt – Meßverfahren – Anwendungen; Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Berlin, 1999; Seiten 16 ff.].

Eine rasche, orientierende Abschätzung der Feuchte insbesondere in (leichten) Dämmstoffen Möglich ist möglich durch das möglichst dichte Einpacken des Materials zusammen mit einer Messsonde (Abb. 3).⁶



Abb. 3: Orientierende vergleichende (Bauteil-) Feuchtemessungen an einer aus einer (Fuß-) Bodenkonstruktion entnommenen Trittschalldämmung

4. Mögliche systematische Schwierigkeiten

Alle Messmethoden bilden (nur) eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Messung und sagen nichts über (bereits) vergangene und später (erst) eintretende eventuell abweichende (Feuchte-)Zustände [= Vergangenheit und Zukunft].

Trotzdem trifft man hin und wieder auch auf *Sachverständige*, die aus den (negativen) Ergebnissen von Feuchtemessungen direkt ableiten (wollen), dass keine mikrobiellen (Bau-) Schäden vorhanden sind. Ein solcher Schluss ist aber unlogisch und deshalb unzulässig.

⁶ (Feuchte-) Messungen an den im Rahmen von Bauteile zerstörenden Untersuchungen gewonnenen Materialproben können zum Beispiel mit einem elektronischen Feuchtemessgerät und einem Messfühler für Lufttemperatur und relative (Raum-) Luftfeuchte durchgeführt werden.

In Beutel aus Kunststoffolie gepackte Materialproben können dort so orientierend auf im Vergleich zur Raumluftfeuchte eventuell erhöhten Feuchtegehalt hin überprüft werden.

Selbst tatsächliche Abwesenheit erhöhter Feuchtegehalte zum Zeitpunkt der Feuchtemessung schließt nämlich nicht aus, dass gegebenenfalls früher bereits ein- oder mehrmalig vorhandene erhöhte Feuchte schon abgetrocknet ist und/ oder wiederkehrt.

Deswegen empfiehlt sich gegebenenfalls eine ganzheitlich vergleichende Betrachtung mit den Ergebnissen zunächst (nur) indirekter Nachweismethoden für (zeitweise) erhöhte (Bauteil-) Feuchte(n) wie zum Beispiel einer Objektbegehung mit einem gut geschulten sowie regelmäßig überprüften und deshalb als zuverlässig eingeschätzten Schimmelpühhund und mikrobiologischer Untersuchungen von Materialproben.

Außerdem werden oft nur räumlich mehr oder weniger eng begrenzte stichprobenartige Untersuchungen durchgeführt. Im Allgemeinen reicht dies aber nicht aus, weil sich aus den wenigen dabei gewonnenen Erkenntnissen eben nicht möglichst genau und sicher auf die Verhältnisse im Gesamten (= *Grundgesamtheit*) schließen lässt.

Literatur

- Aurnhammer, Klaus G.; *Schäden an Estrichen*; Stuttgart, 2. Auflage, 1999 (ISBN 3-8167-4162-2)
- Schnell, Werner; *Das Trocknungsverhalten von Estrichen – Beurteilung und Schlussfolgerungen für die Praxis*; Bauwerksabdichtungen – Neubauprobleme – Feuchtigkeit und Wärmeschutz; Referate und Diskussionen der Aachener Bausachverständigentage 1994; Wiesbaden 1994; Seiten 86 ff.
- WTA Merkblatt 6-3-05/D *Rechnerische Prognose des Schimmelpilzwachstumsrisikos*, Deutsche Fassung vom 30.04.2006; Stuttgart, 2006 (ISBN 978-3-8167-7332-0)
- *Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“)*; Umweltbundesamt, Innenraumhygiene-Kommission des Umweltbundesamtes; Berlin 2002
- *Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden“)*; UmweltBundesAmt Dessau, 2005
- Leschnik, W.; *Feuchtemessung an Baustoffen – Zwischen Klassik und Moderne*; DGZfP-Berichtsband BB 69-CD, Vortrag H2 zum Feuchtetag '99, Umwelt – Meßverfahren – Anwendungen; Deutsche Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Berlin, 1999