

Selbst wenn sie 100 Jahre nass sind...

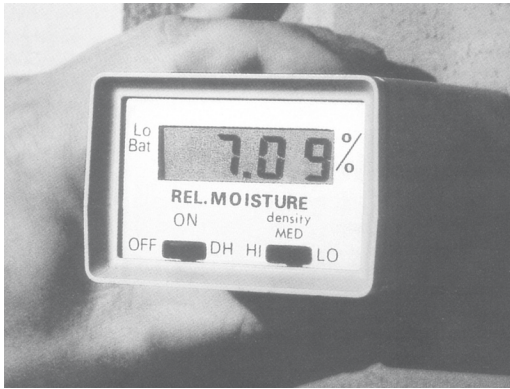
Info 4

Porofin®

legt Mauern trocken!

Feuchtemessungen an Gebäudewänden

Diagnosemöglichkeiten und Fehlerquellen



Ein Produkt der



HYDRO CHEMIE
INT GmbH



www.porofin.de

Allgemeines

Es gibt vielfältige Gründe, die eine Messung der Baufeuchte -Feuchtigkeit in Wänden und Putz- notwendig machen.

Der Maler will wissen, ob die Baufeuchte niedrig genug ist um zu tapezieren oder anzustreichen. Der Gebäudeabdichter will aufgrund der Feuchte-Messdaten herausfinden, woher die Feuchte stammt, damit er die richtige Abdichtungsmaßnahme an der richtigen Stelle durchführt. Architekten oder Gutachter müssen aufgrund der Messdaten die notwendigen Maßnahmen planen und zutreffend beraten. In allen diesen Fällen kommt es auf eine möglichst exakte Baufeuchte-Bestimmung oder zumindest auf eine sichere Diagnosemöglichkeit an, die nicht alle Messmethoden gewährleisten.

Durch meine über 40-jährige Erfahrung aus wissenschaftlicher Arbeit und Beratungstätigkeit mit Tausenden von vor Ort-Messungen und ebenfalls tausenden von Laborüberprüfungen dieser Messungen kann ich sagen, dass ein großer Teil der mit Handmessgeräten durchgeführten Feuchtemessungen so erheblich von den tatsächlichen Feuchtwerten und Gegebenheiten abwich, dass die darauf basierenden Diagnosen völlig unbrauchbar waren. Die einsame Spitze an Fehlern hielt die Gruppe, deren Diagnosen ausschließlich auf Messungen mit Dipolmessgeräten beruhten. Allerdings beruhte auch eine erhebliche Anzahl an Fehldiagnosen auf Messungen mit Leitwertmessungen, die aufgrund unzureichender Erfahrung falsch interpretiert wurden. Das liegt z.B. daran, dass die Gerätehersteller in den Gebrauchsanweisungen nicht oder nur sehr schüchtern auf Fehlerquellen hinweisen, weil sie als Elektroniker selbst nicht das notwendige Wissen über die kapillarphysikalischen Vorgänge in Baukörpern und das chemische Wissen über das Verhalten von Salzen haben. Andererseits sind auch die Benutzer der Geräte -Handwerker, Architekten, Bauingenieure usw.- nicht gleichzeitig Elektroniker, Kapillarphysiker und Chemiker, so dass sie die Fehler und Grenzen der Messmethoden nicht erkennen können.

Allein in den letzten 10 Jahren sind daher Milliarden für fehlerhafte Gutachten, falsche Sanierungsmaßnahmen, und Gerichtsverfahren ausgegeben worden.

Nachfolgend will ich daher die zur Verfügung stehenden Messverfahren und deren Messfehler sowie daraus resultierende Diagnosefehler erklären. Handwerkern, Beratern und Gutachtern möchte ich damit helfen, die Messungen mit Handgeräten kritisch zu beurteilen und durch eventuelle zusätzliche Maßnahmen zu verifizieren. Hierzu gehören auch Kenntnisse über das Verhalten von Salzen, die Messergebnisse oder Diagnosen verfälschen können. Ich will auch aufzeigen, dass es durchaus einfache und sichere vor Ort-Messmethoden gibt, wenn man bereit ist, etwas mehr Geld für ein Messgerät auszugeben. Allerdings kann auch das beste und teuerste Messgerät nicht mangelnde Erfahrung ersetzen. Man muss also schon ein wenig üben und die Ergebnisse kontrollieren.

Salze in Wänden und Putzen

In vielen Fachbüchern und Veröffentlichungen ist zu lesen, dass Salze hygroskopisch sind, also aus der Umgebungsluft Wasser anziehen. Daraus wird dann konsequenterweise gefolgert, dass Salze, sofern sie in Wänden oder Putzen gefunden werden, die Ursache für die erhöhte Baustoff-Feuchte sind.

Das ist grundsätzlich falsch!

Nur wenige der in Wänden antreffbaren Salze sind hygroskopisch. Die meisten Salze sind **nicht** hygroskopisch und können daher den Feuchtegehalt der Baustoffe nicht beeinflussen!

Aus der nachfolgenden Liste ist zu ersehen, welche Salze stark, schwach oder nicht hygroskopisch sind.

Die Natur lässt es nicht zu, Salze zu analysieren, sondern lediglich deren Ionen. Salze in wässriger Lösung unterliegen der sogenannten Dissoziation, sie liegen also in Form ihrer Ionen vor, z.B. Kochsalz = NaCl als Na⁺ und Cl⁻. Die Salze im Wandbaustoff liegen aber immer als Gemisch vor, so dass kein Mensch anhand einer Anionen- und / oder Kationen-Analyse Auskunft darüber geben kann, wie hygroskopisch ein Mauerwerk ist.

Wie man anhand der Liste deutlich erkennen kann, gibt es mindestens so viele nicht hygroskopische Salze mit dem gleichen Anion (z.B. Carbonat Chlorid, Nitrat, Sulfat) wie hygroskopische. Für die Kationen der Salze gilt das Gleiche.

Die Hygroskopie einer salzbelasteten Wand anhand von Ionen-Analysen zu prognostizieren ist also Prophezie wenn nicht Scharlatanerie. Allerdings gibt es einen ganz einfachen Weg festzustellen, ob die

Hygroskopizität einer Wand zu hoch ist oder nicht, die Bestimmung der Ausgleichfeuchte.

Unter Ausgleichfeuchte versteht man die Wassermenge in Massenprozent, die ein trockener Baustoff selbsttätig aus der Umgebungsluft aufnimmt.

Zur Bestimmung der Ausgleichfeuchte wird ein kleiner Bohrkern (30-40 mm Durchmesser) aus der Wand entnommen, im Ofen bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet (s. Darr-Methode) und gewogen. Die Probe wird dann in einem geschlossenen Gefäß mit konstanter

Hygroskopie von baurelevanten wasserlöslichen Salzen

<i>stark</i>	<i>schwach</i>	<i>nicht</i>
Ammoniumcarbonat	Magnesiumnitrat	Ammoniumchlorid
Ammoniumnitrat	Natriumnitrat	Ammoniumsulfat
Calciumchlorid		Kaliumchlorid
Calciumnitrat		Kaliumnitrat
Kaliumcarbonat		Kaliumsulfat
Magnesiumchlorid		Mg-carbonat
		Magnesiumsulfat
		Natriumcarbonat
		Natriumchlorid
		Natriumsulfat

Tab. 1

relativer Feuchte bis zur Gewichtskonstanz gelagert und wieder gewogen. Die Gewichts-differenz ist die aufgenommene Feuchte, die Ausgleichfeuchte.

Die konstante relative Feuchte der Luft wird in einem Gefäß mit übersättigter Salzlösung (z.B. mit Calciumnitrat = 55% rel. Feuchte) hergestellt. Für die Ausgleichfeuchte-Untersuchung reicht also ein elektrischer Haushaltbackofen, ein Einmachglas und eine kleine, preiswerte Laborwaage, um die kleine Probemenge exakt wiegen zu können. Die Ausgleichfeuchte wird bei konstanter Temperatur von 20 °C und einer rel. Feuchte von 50 oder 55 °C bestimmt. Für Bestimmungen bei einer rel. Feuchte von 50 °C gilt:

Ausgleichfeuchte	< 2% = unbedenklich
	2-3% = bedenklich
	> 3% = nicht akzeptabel

Geschickt ist es, eine Doppelprobe gemäß **Bild 1** zu nehmen und für die Probe a + b die Ausgleichfeuchte getrennt zu bestimmen. Man kann dann z.B. feststellen, ob der Putz hygroskopischer ist als der Wandbaustoff dahinter. Die **Tab. 2** zeigt einige derartige Auswertungen. Die Probe 1a zeigt eine nicht akzeptable Ausgleichfeuchte von 5,7%, bei der der Putzbereich nass sein muss, die Probe 1b eine Ausgleichfeuchte von 0,43%. Das heißt, die hygroskopischen Salze haben sich im Putz abgelagert. Ein Putzaustausch im betreffenden Bereich schafft demnach das Problem aus der Welt.

Feuchtemessungen nach Darr-Methode

Probe	1a	1b	2a	2b
Anlieferungsfeuchte %	15,7			
Ausgleichfeuchte %	3,12	14,6	11,82	Aus-
	5,7	0,34	4,3	2,61

Tab. 2

Bei der Probe 2 zeigt auch die Probe 2b eine erheblich zu hohe Ausgleichfeuchte. Hier hilft ein Putzaustausch mit Sanierputz, da diese Putze eine größere Menge Salz aufnehmen können, ohne von der Wand zu fallen. Allerdings muss möglicherweise nach ca. 2 Jahren, wenn die Salze in den Sanierputz gewandert sind, der Putz noch einmal ausgetauscht werden, um das Problem dauerhaft zu beseitigen. Zu Salzen in Baustoffen wäre noch Vieles zu sagen, was allerdings den hier zur Verfügung stehenden Rahmen sprengen würde.

Feuchte-Messmethoden

Leitwertmessung

Feuchte-Handmessgeräte die auf dem Leitwertprinzip basieren, sind am häufigsten anzutreffen.

Leitwertmessgeräte messen den elektrischen Leitwert der Wand; nicht etwa deren Wassergehalt.

Trotzdem sind sie sehr nützliche Werkzeuge, um herauszufinden, woher die Kapillar-Feuchte kommt und wie weit sie sich bereits verteilt hat. Der Grund dafür, dass man mit einem Leitwertmesser Wasserverteilung in Wänden messen kann ist, dass sich der elektrische Widerstand von Baustoffen durch Wasseraufnahme ändert.

Trockene Baustoffe sind schlechte elektrische Leiter und haben daher einen geringen elektrischen Leitwert. Nimmt eine Wand Feuchtigkeit auf, dann erhöht sich der elektrische Leitwert der Wand mit zunehmender Wasser-Aufnahme. Eine nasse Wand hat also einen hohen elektrischen Leitwert.

Die Messeinheit des elektrischen Leitwerts wird, zu Ehren des deutschen Erfinders und Industriellen Werner von Siemens, „Siemens“ genannt.

Grundsätzlich gilt also:

Wichtig: Hoher Leitwert = nasse Wand
niedriger Leitwert = trockene Wand.

Zur Messung werden 2 Stahlnägel im Abstand von ca. 40 mm in die Wand geschlagen (oder eine Nagelsonde, die einen festen Abstand vorgibt) und mit den beiden Polen des Messgeräts verbunden (s. Bild 1).

Der Messwert wird je nach Gerät per Leuchtdiodenleiste oder digital angezeigt.

Zu beachten ist, dass der angezeigte Wert nicht den prozentualen Wassergehalt des Wandbaustoffs anzeigt, sondern einen imaginären Wert darstellt. Der dem Messwert entsprechende Wassergehalt kann, unter der Annahme, dass keine Messwert-Verfälschung durch Salze vorliegt, für den vorliegenden Baustoff anhand von Tabellen im Bedienungshandbuch annähernd ermittelt werden.

Jeder Baustoff zeigt bei gleichem prozentualen Wassergehalt einen anderen Messwert und eine andere Messwertkurve!

Bild 2 zeigt ein derartiges Diagramm für einige Baustoffe.

Wenn das alles wäre, dann wäre die Feuchtigkeitsermittlung sehr einfach. Leider ist die Natur viel komplizierter. Um das zu verstehen, muss man wissen, dass Wasser in sehr reiner Form ein sehr schlechter elektrischer Leiter ist (z.B. destilliertes Wasser, welches keine gelösten Salze enthält). Es hat also einen sehr kleinen elektr. Leitwert (ca. 0,00000005 Siemens). Löst man ein wenig Salz in diesem reinen Wasser, dann erhöht sich der Leitwert und das Wasser wird zu einem ganz guten elektrischen Leiter.

Da Wasser aus dem Erdreich stets einen geringen Salzgehalt hat und beim Eindringen

in eine Wand auch aus dem Baustoff noch Salze auflöst, die hierin natürlicherweise vorhanden sind, erhöht sich der Leitwert der Wand. Je mehr Salz jedoch in diesem Wasser vorhanden ist, desto höher ist auch der gemessene Leitwert. Der elektrische Wandleitwert nimmt also nicht nur mit zunehmendem Wassergehalt zu, sondern auch zusätzlich mit zunehmendem Salzgehalt. Bereits kleine Mengen an Salzen werden als große Wassermengen detektiert.

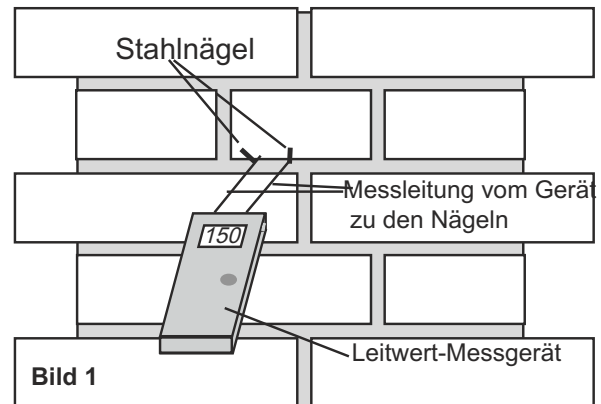
Wichtig: Je höher der Salzgehalt der Wand, desto größer die Fehlmessung!

Diese Zusammenhänge haben, wie ich fast täglich feststellen muss, auch viele Bausachverständige immer noch nicht in letzter Konsequenz, dass heißt: „In der Größe des Effekts“, begriffen; sie machen daher auch in ihren Gutachten falsche Feuchteangaben und ziehen daraus falsche Schlüsse. Trotzdem sind derartige Messungen sehr nützlich.

Für die Sanierung eines Kapillarwasser-Schadens ist es meistens unwichtig, den exakten Wassergehalt der Wand zu kennen. Wichtig ist, dass man weiß, wo das Wasser in die Wand eintritt, damit man diesen Wassereintrittsbereich sperren kann.

Hier einige hilfreiche Tipps: Benutzen Sie ein Messgerät mit gutem Bedienungshandbuch. Sie finden dort Tabellen für verschiedene Bau-

stoffe und können dann dem Messwert des Gerätes den Wassergehalt zuordnen. Die Tabellenwerte gelten allerdings nur für Norm-Mörtel



ohne erhöhten Salzgehalt. Trotzdem sind sie hilfreich. Wenn Sie einen Wert messen, der über dem maximalen Sättigungswert liegt, -bei Kalkmörtel z.B. ca. 18% (Massen%)- dann können Sie sicher sein, dass der erhöhte Messwert auf Salzen beruht.

In eine randvolle Kaffeetasse passt kein weiterer Kaffee. Bei einer Baustoffpore ist das auch so; ist sie mit Wasser gefüllt, dann ist auch der höchste Messwert für Wasser erreicht.

Eine kleine Ausnahme gibt es hierbei. Wenn das Mauerwerk schon sehr alt ist (100 Jahre und mehr), dann kann durch aufsteigendes oder quer eintretendes Wasser bereits ein wenig Kalk aus dem Mörtel ausgewaschen worden sein.

Die Poren sind dann etwas größer und können dann auch schon mal 19% oder 20% Wasser aufnehmen.

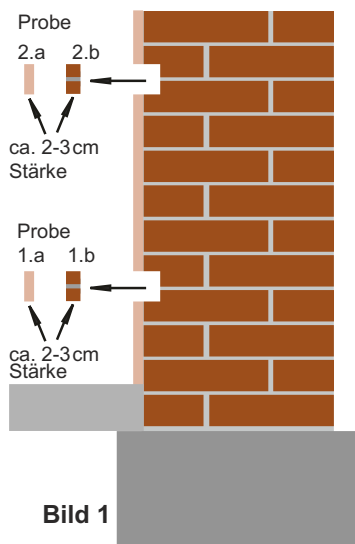


Bild 1

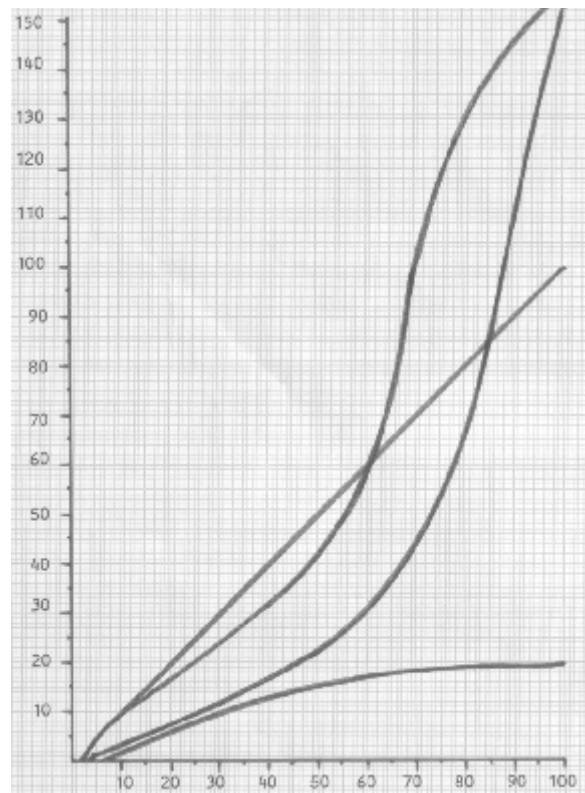


Bild 2 relative Baustoffsättigung in %

Anzeigewerte eines Leitwertmessgerätes in angezeigten „Digits“ (Y-Koordinate) verglichen mit der relativen Baustoffsättigung (X-Koordinate) für verschiedene salzfreie Baustoffe.

Bei diesem Gerät ist wenigstens die Anzeige für Norm-Kalkmörtel linear. Bereits ohne Salzbelastung ist die Zuordnung des Messwertes bei anderen Baustoffen im Kopf praktisch unmöglich.

Für die meisten Messgeräte gibt es Tiefensonden. Nehmen Sie also immer eine kleine Bohrmaschine mit, damit Sie zumindest an einigen Stellen auch Messungen in 5-8 cm Tiefe durchführen können. Tiefendifferenzmessungen können sehr aufschlussreich sein. Sie werden oftmals Verhältnisse wie z.B. in der Tab.2 (Proben 1a + 1b) vorfinden. Der Wandkern (1b) ist zwar mit 5,62% Wasser zu feucht, wird jedoch durch den nassen Putz kaum trockener werden können; der nasser Putz verhindert die weitere Wasserverdunstung aus dem Wandkern. Außerdem zeigt die krasse Wassergehalt -Differenz der Proben 1a + 1b untrüglich an, dass der Putz hygroskopisch ist, also hygroskopische Salze enthält.

Nehmen Sie in derartigen Fällen immer eine kleine Baustoffprobe und lassen Sie die Ausgleichfeuchte feststellen.

Ausgleichfeuchtebestimmungen sind in darauf eingerichteten Labors nicht teuer. Unser Baufeuchtelabor bietet Ihnen diesen Service z.B. für eine Doppelprobe (a+b) inklusive der Bestimmung der Feuchte im Anlieferungszustand und schriftlicher Auswertung für 30,- Euro netto. Ein Merkblatt (TM Beprobung) zur richtigen Probenahme und Probenverpackung schicken wir Ihnen auf Anforderung gern zu.

Grundsätzlich muss man jedoch wissen und bei der Diagnose berücksichtigen, dass Leitwertmessgeräte sehr empfindlich auf den Salzgehalt der Baustoffe reagieren und **bei gleichem Wassergehalt und unterschiedlichem Salzanteil bis zu 300% mehr Wasser anzeigen können, als tatsächlich vorhanden ist!**

Hier hilft also nur die Bestimmung des tatsächlichen Wassergehalts, um die Messwerte beurteilen zu können. Derartige Wasserbestimmungen können vor Ort mit dem CM-Gerät, einer Feuchtwaaage oder per Darr-Methode im Labor erfolgen (s. nachfolgende Beschreibung dieser Verfahren).

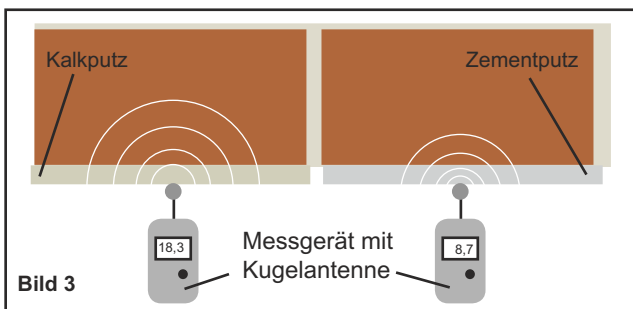
Die Hochfrequenz-Messmethode

Mineralische Baustoffe besitzen eine niedrige Dielektrizitätskonstante (DK), Wasser eine hohe. Was eine Dielektrizitätskonstante ist, soll hier nicht verschwiegen, sondern aus Platzgründen eingespart werden, da jedes Lexikon hierüber Auskunft gibt.

Die Messung des Wassergehaltes in Baustoffen beruht darauf, dass ein Dielektrikum, welches in ein Strahlungsfeld hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung gebracht wird, diesem Feld Energie entzieht, diese Schwächung des Strahlungsfeldes ist messbar.

In der Praxis sieht das so aus: Das Messgerät -ein kleiner Sender ähnlich einem Handy- wird mit der Antenne an die zu messende Stelle der Wand gehalten.

Die in die Wand eindringende Strahlung wird von Wasser teilweise in Wärme umgewandelt. Das heißt, dass dem Strahlungsfeld der Antenne Energie entzogen wird. Diese Verlustenergie wird gemessen. Der Baustoff mit seiner niedrigen DK verbraucht nur eine geringe Menge der Strahlung. Wasser mit der sehr hohen DK von 80 ver-



braucht erheblich mehr der eingestrahlten Energie. Das heißt auch, dass je nach Wassergehalt des Baustoffs, mehr oder weniger der eingestrahlten Energie verbraucht wird.

Rechnet man nun diese Verlustenergie über die bekannte Absorptionskonstante des Wassers um, so erhält man die Wassermenge, die sich im Bereich des Strahlungsbereichs der Antenne befindet.

Auf den ersten Blick erscheint dieses Messverfahren hervorragend geeignet, den Wassergehalt einer Wand zu messen.

Auch in der Handhabung ist dieses Verfahren äußerst bequem. Man muss keine Nägel oder Nagelsonden in die Wand schlagen. Man muss auch nicht darauf achten, wie tief die Nägel in die Wand geschlagen werden oder ob sie fest im Baustoff sitzen, also guten Kontakt zum

Baustoff haben, man legt nur die Geräteantenne gegen die Wand. Das kommt der Bequemlichkeit des Menschen sehr entgegen!

Leider steckt der Teufel immer im Detail.

Deshalb will ich nachfolgend erklären, warum das auf den ersten Blick

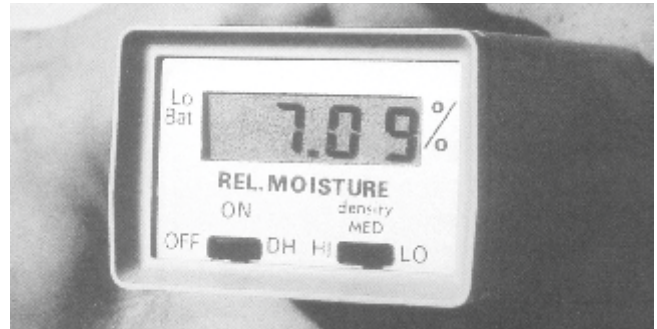


Bild 4 HF-Messgerät mit zweistelliger Anzeige hinter dem Komma suggeriert dem Messenden fälschlicherweise eine hohe Messgenauigkeit.

hervorragend erscheinende Messverfahren, bei der Beurteilung von Feuchteschäden, ebenfalls mit Vorsicht zu genießen ist.

Hinzu kommt, dass es Geräte dieser Art gibt, deren Hersteller behaupten, die prozentuale Feuchte mit einer Genauigkeit von 2 Stellen hinter dem Komma messen zu können. Das suggeriert dem Benutzer äußerste Messgenauigkeit. Tatsächlich jedoch ist eine einigermaßen zutreffende Messung kaum möglich.

Allerdings gibt es auch Hersteller, die Geräte mit geringer und großer Einstrahltiefe liefern und dann wird das Verfahren zu einer sehr nützlichen Diagnosemethode.

Zunächst die Fehler des Messverfahrens

Fehler 1

Die von der Antenne abgegebene Strahlung dringt, einige Zentimeter (1,5 - 5 cm) tief in den Baustoff ein.

Die Eindringtiefe der Strahlung ist von der Dichte des Baustoffs abhängig!

Das heißt, je nach Dichte des Baustoffs dringt dessen Strahlung mehr oder weniger tief in die Wand ein (s. **Bild 3**). Dringt die Strahlung tiefer in die Wand ein, dann wird logischerweise ein größeres Wandvolumen durchstrahlt. Dringt die Strahlung weniger tief in den Baustoff ein, dann wird ein kleineres Baustoffvolumen durchstrahlt.

Da man nicht feststellen kann, wie tief die Strahlung in die gerade vorliegende Wand eindringt, weiß man auch nicht, wie groß das durchstrahlte Wandvolumen ist.

Logischerweise enthält ein großes Wandvolumen (bei gleichem prozentualen Wassergehalt) eine größere Wassermenge, als ein kleines Wandvolumen. Eine größere Wassermenge erzeugt jedoch einen größeren Strahlungsverlust als eine kleine Wassermenge.

Je nach Eindringtiefe der Strahlung erhält man also eine größere oder kleinere Anzeige des Wassergehalts, obwohl der prozentuale Wassergehalt der Wand gleich ist. Irgendwo dazwischen liegt also die Wahrheit!

Fehler 2

Ein Teil der Baustoffe besteht aus sogenannten Hydraten. Hydrate erscheinen dem Laien oftmals als Kristalle oder fester Baustoff. Zwei Beispiele hierzu: Soda ist ein weißes Pulver; 1 Molekül Soda verandelt sich unter Aufnahme von 10 Molekülen Wasser in sogenannte Kristallsoda, die aussieht, wie weißer Kandiszucker. Soda-"Kristalle" sind streng genommen keine Kristalle, sondern Hydrate, die trotz ihres hohen Wassergehalts „trocken“ sind. Das Wasser liegt hier in gebundener Form vor. Kristalle sind hingegen wasserfrei wie z.B. Quarz oder Diamant.

Gipspulver, mit Wasser angerührt, erstarrt. Die Erstarrung beruht darauf, dass Gips unter Wasserbindung Gipshydrat bildet, das die Form von Nadeln hat, die sich „verfilzen“ und somit eine feste -trockene- Masse, den erstarrten Gips bilden.

Auch Zement erstarrt durch Hydratbildung, also unter Bindung von Wasser.

Dieses Hydratwasser ist also fest im Baustoff gebunden und steht für eine Nässung der Wand nicht zur Verfügung. Es kann somit auch nicht die Tapete durchfeuchten.

Bei der Einstrahlung hochfrequenter Wellen absorbiert jedoch auch

das Hydratwasser diese Energie und erwärmt das Hydrat; es erzeugt also ebenfalls einen hohen Strahlungsverlust, der gemessen und vom Messgerät in Wassergehalt umgerechnet wird.

Fehler 3

Das Messgerät zeigt stets den Durchschnittswert aus dem durchstrahlten Wandvolumen an. Hinter dem Messwert kann sich also folgender Fehler verbergen:

Ist die Wand im oberflächennahen Bereich sehr feucht und weist im Wandkern eine geringe Feuchtigkeit auf, dann erhält man einen wesentlich zu hohen Messwert.

Das kann z.B. bei hygroskopischer Feuchte im Putz (oder im Bereich von 10-15 mm einer nicht verputzten Wand) eine möglicherweise wesentlich zu hohe Anzeige der Durchschnittsfeuchte sein.

Das Gleiche gilt für eine Kondenswasseraufnahme dieser Bereiche. Man diagnostiziert also möglicherweise einen Schaden durch aufsteigende Feuchtigkeit oder Querdurchfeuchtung, den es gar nicht gibt! Die Fehler 1, 2 und 3 können sich auch addieren, so dass die Messungen zu reiner Spekulation werden.

Und nun die gute Nachricht

Es gibt inzwischen von einigen Herstellern HF-Messgeräte, deren Strahlung bis zu 20 cm tief in Wandbaustoffe eindringt.

Auch hier ist die Eindringtiefe von der Baustoffdichte abhängig.

Trotzdem sind diese Geräte sehr nützlich und führen eigentlich erst dazu, dass man die HF-Messungen trotz ihrer Fehler sehr gut zur Schadendiagnose benutzen kann. Benutzt man nämlich beide Gerätevarianten, das Gerät mit geringer Eindringtiefe (ca. 3-4 cm) und danach an etwa gleicher Stelle das Gerät mit großer Eindringtiefe (ca. 20 cm), dann kann man durch diese Tiefendifferenz-Messungen sehr viel über Feuchteursachen sowie Schadenquellen erfahren und kann ausgezeichnete Diagnosen stellen.

Allerdings haben zwei Geräte auch zwei gerätebedingte Messfehler. Man muss also zuvor ein wenig mit den Geräten experimentieren, damit man die Anzeigewerte beider Geräte miteinander vergleichen kann. Man kann z.B. Vergleichsmessungen an einem 24 cm dicken Yton-Stein machen, der einige Tage vorher mit einer definierten Wassermenge in einen Plastikbeutel eingeschlossen wurde (wegen der gleichmäßigen Wasserverteilung). Nach einigen Messungen kennt man die Größenordnung der Anzeigefehler beider Geräte und lernt die Werte zu vergleichen (im Kopf umzurechnen).

Zeigt das Gerät mit geringer Eindringtiefe (Gerät 1) an dem gleichmäßig feuchten Stein beispielsweise einen Wert von 110 und das Tiefenmessgerät (Gerät 2) einen Wert von 100,

dann muss man bei allen Messungen, die man in der Praxis vornimmt, den letzten Wert um ca. 10 % erhöhen oder den ersten Wert um ca. 10 % reduzieren, um zu einer Vergleichbarkeit zu kommen.

Selbst wenn die Korrektur bei 20 oder 25 % liegt, ist das für die Diagnose unwichtig. Man muss für eine Schadendiagnose nicht den exakten Wassergehalt kennen, sondern lediglich wissen, wo mehr und wo weniger Wasser in der Wand steckt.

Beispiel 1:

Gerät 1 zeigt (gedanklich korrigiert) 80 und Gerät 2 den Wert 130 an. Daraus ergibt sich, dass der Kern der Wand nasser ist als die Wandoberfläche. An der Oberfläche findet demnach eine erhebliche Wasserverdunstung statt. Der Luftaustausch im Raum muss also gut sein. An der Wand von unten nach oben gemessene Werte zeigen aufsteigende Feuchtigkeit an.

Beispiel 2:

Gerät 1 zeigt (korrigiert) 120 und Gerät 2 den Wert 65 an. Der oberflächennahe Wandbereich ist demnach erheblich feuchter als der Wandkern.

Das deutet entweder auf eine zur Zeit vorliegende (zusätzliche) Kondenswasserbelastung hin, oder auf erhöhte Feuchtigkeit durch hygroskopische Salze im oberflächennahen Baustoffbereich.

Zur Aufklärung der Ursache ist hier eine Ausgleichfeuchte-Bestimmung notwendig.

Je nach Ergebnis muss dann der Raum entweder besser belüftet werden (größerer Luftaustausch usw.) oder die hygroskopischen Salze müssen entfernt werden (Austausch des versalzten Putzes oder bei nicht verputzter Wand Auftrag von „verlorenem Putz“).

Erstellt man Messungen über den gesamten Wandbereich mit einem horizontalen und vertikalen Abstand von 50-70 cm (Rastermessungen) mit beiden Geräten, dann kann man sich zwei Feuchtebilder erstellen, welche die Feuchteverteilung an der Oberfläche und im Wandkern wiedergeben.

Solche Rastermessungen ermöglichen eine sehr gute Diagnose des Feuchteschadens und durch Wiederholung nach der Abdichtungsmaßnahme auch die Verfolgung des Abdichtungserfolges zu.

Das CM-Gerät

Diese Messmethode beruht auf der chemischen Reaktion von Calcium-Karbid mit Wasser.

Es handelt sich genau genommen nicht um ein Gerät, sondern um einen Gerätekofter mit einer Druckflasche, einer Waage und einzeln versiegelten Karbid-Tabletten.

Die Baustoffprobe (Bohrmehl) wird gewogen und in die Druckflasche gefüllt. Dann gibt man eine Karbidtablette und eine Stahlkugel (zur Zerkleinerung der Karbidtablette) in die Druckflasche und verschließt sie mit einem Manometerverschluss.

Durch die chemische Reaktion der Karbidtablette mit dem Wasser der Baustoffprobe entsteht eine definierte Menge Karbidgas (Acetylen), die den Innendruck der Druckflasche erhöht. Die Acetylen-Entwicklung, und damit der Druck, ist proportional dem Wassergehalt der Baustoffprobe und kann am Manometer abgelesen werden. Der Wassergehalt ist an der Skalierung des Manometers bzw. aus Tabellen ablesbar.

Die Methode ist etwas umständlich und dauert pro Messung etwa 15 Minuten.

Das Ergebnis ist allerdings sehr genau; es unterscheidet sich hinsichtlich der Genauigkeit kaum von der Darr-Methode (s. unten).

Wenn man mit einem Leitwertmessgerät 8-10 Messungen mit 2-3 Tiefendifferenzmessungen vornimmt und für 1-2 Tiefendifferenzmessungen mit einem CM-Gerät den tatsächlichen Wassergehalt bestimmt, dann kann man -bei entsprechender Erfahrung- den restlichen Leitwertmessungen ebenfalls interpolierte Feuchtwerte zuweisen **und erhält so ein ausreichend genaues Bild des Feuchteschadens**. Auf diese Weise kann man die zeitaufwendigen CM-Messungen für alle Mess-Stellen umgehen, allerdings -wie gesagt- nur bei der entsprechenden Erfahrung.

Man sollte sich jedoch auch durch ein genaues Messverfahren nicht verleiten lassen, bei dem Verdacht auf eine erhöhte Salzbelastung, auf eine Ausgleichfeuchte-Bestimmung zu verzichten! Eine falsche Diagnose ist sonst vorprogrammiert!

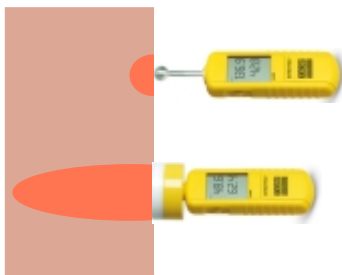


Bild 7 Gerätekofter mit CM-Gerät

IR-Photometer

Das Messverfahren beruht darauf, dass Wasser im nahen Infrarotbereich, bei einer Wellenlänge von 1930 nm, eine starke Absorptionsbande aufweist. Der Grad der IR-Absorption ist ein zuverlässiges Maß für den an der Oberfläche des Baustoffs vorhandenen Wassergehalt.

Das Gerät misst zuverlässig den Wassergehalt, da alle vorkommenden Baustoffe, Salze und Hydrate bei dieser Wellenlänge keine wesentliche IR-Absorption zeigen.

Das Infrarotlicht (IR-Licht) wird über einen Lichtleiter mit einem Abstand von ca. 10 mm auf den Baustoff gerichtet. Ein zweiter Lichtleiter führt das reflektierte IR-Licht ins Gerät zurück. Die reflektierte Energie wird ausgewertet und direkt als Wassergehalt angezeigt.

Allerdings ist das Gerät auf einer Baustelle praktisch nicht verwendbar, da man den Geräte-Nullwert an trockenem Baustoff gleicher Farbe justieren muss.



Bild 8, IR-Photometer zur direkten Feuchtemessung an Baustoffen, mit normaler Oberflächensonde

Darr- Methode

Die einfachste und immer noch genaueste Methode zur Feuchtebestimmung in Baustoffen, ist die gravimetrische Messung auch Darr-Methode genannt. Der Ausdruck kommt von darren = trocknen. Zur Bestimmung der Baustoff-Feuchte wird der Wand ein kleiner Bohrkern (40-50 mm Durchmesser) entnommen, gewogen, im Ofen bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und wieder gewogen. Die Gewichts Differenz entspricht der verdampften Wassermenge.

Mit der gravimetrischen Bestimmung der Baustoff-Feuchte ist bereits die Vorarbeit zur Ausgleich-Feuchtebestimmung erledigt und sollte daher grundsätzlich mit durchgeführt werden. Die Bestimmung der Ausgleichfeuchte wurde bereits im Absatz Salze erläutert.

So einfach die Darr-Methode auch ist, sie verlangt trotzdem einige Erfahrung, um Fehlmessungen zu verhindern.

Mögliche Fehler liegen in der Probengröße, der Genauigkeit der Waage, der richtigen Probenahme und Verpackung, sowie dem sachgerechten Transport zum Labor.

Zur Fehlervermeidung folgende Hinweise:

Entnehmen Sie die Proben grundsätzlich im Raum und nicht außen. Außenflächen eines Gebäudes unterliegen dem Wettergeschehen, so dass sich die Feuchtwerte kurzzeitig erheblich ändern können und damit kein Langzeitbild ergeben.

Auch die Ausgleichfeuchte von „Außenproben“ lässt keine Rückschlüsse auf das Verhalten des Innenputzes zu.

Nicht einmal in „Notfällen“, wenn z.B. die Innenfläche gefliest ist, nutzt eine „Außenprobe“, da das Beurteilungsergebnis auf jeden Fall falsch ist!

Die Aufteilung der entnommenen Probe(n) in eine Teilprobe „a“ und eine Teilprobe „b“ ist notwendig, (Bild 1) um eine differenzierte Bewertung der Putz- und Wandfeuchtigkeit, und um im Falle einer zu hohen Ausgleichfeuchte Aussagen darüber machen zu können, ob sich die Kontamination mit hygroskopischen Salzen auf den gesamten Mauerwerksquerschnitt erstreckt oder deren Anreicherung auf den Putz, bzw. bei nicht verputzten Wänden, lediglich auf den oberflächennahen Wandbereich beschränkt ist.

Die Genauigkeit der Feuchtemessungen hängt von der Größe der Proben, der Genauigkeit der Waage und der luftdichten Verpackung der Proben ab.

Falls Sie die Feuchtemessungen selbst vornehmen wollen, sollten Sie über eine Waage mit einer Genauigkeit von wenigstens 1 Dezimalstelle hinter dem Komma verfügen (100 mg). Damit können Sie dann schon kleine Proben e im Verhältnis zum Probenvolumen zu stark. Der Feuchteverlust ist also bei einer kleinen Probe während der Entnahme, der Lagerung und dem Transport größer, als bei einer großen Probe. Trotzdem ist eine analytische Beprobung eine Feinarbeit und kein Bauwerks-Abbruch. Ich habe schon Gutachter erlebt, die Dutzende von Bohrkernen mit 10 cm Durchmesser und 20 cm Länge entnommen, oder kopfgroße Steinbrocken aus einer Wand gebrochen haben. Das ist natürlich unsinnig! Die optimale Probengröße liegt zwischen 50-100 Gramm.

Wichtig ist die verwechslungssichere Kennzeichnung der Proben. Die Angabe der Entnahmehöhe der Probe(n) ist ebenfalls wichtig! Notieren Sie auf einer Skizze oder in der Kopie einer Grundrisszeichnung die Entnahmestellen mit den dazugehörigen Probennummern.

Geben Sie bitte auch die mit Ihrem Hand-Messgerät festgestellten Werte, in unmittelbarer Nähe der Entnahmestelle, für jede Probe an. Messen Sie auch an einer anderen Wand des gleichen Raumes, die keinen Schaden zeigt, in etwa gleicher Höhe.

Jede Probe muss getrennt verpackt werden! Wickeln Sie die Probe mehrlagig in Alu-Folie und drücken die Folie dann so zusammen, dass möglichst wenig Luft in der verpackten Probe bleibt. Der Luftraum in der Alu-Umwicklung muss so klein wie möglich sein, damit während des Transports praktisch kein Wasser in den Luftraum verdampft.

Packen Sie die Proben dann zusätzlich in einen Kunststoffbeutel. Lagern und transportieren Sie die Proben kühl und untersuchen Sie sie innerhalb von 36 Stunden, oder schicken Sie die entnommenen Proben umgehend an das Labor. Proben, die bereits 14 Tage auf Ihrem Schreibtisch herumlagen, haben trotz der Alu-Umwicklung Feuchtigkeit verloren. Der Wert für die Anlieferungsfeuchte fällt dann zu niedrig aus. Proben ohne Objektbezeichnung werden im Labor leicht verwechselt. Geben Sie den Proben deshalb eine unverwechselbare Objektbezeichnung. Eine sinnvolle Objektbezeichnung ist z.B. „Danziger-Str. 65, Köln“ oder „Schmitz, Danziger-Str. 65, Köln“. Dagegen ist die Bezeichnung „Schmitz, Köln“ oder „Schulze, Berlin“ nicht sinnvoll. Nützlich ist auch die Notierung der Wandtemperatur in Probennähe sowie der relativen Luftfeuchte in etwa der Raummitte und 1 Meter Höhe über dem Fußboden.

Die abschließende Bewertung können Sie dann in Ruhe später vornehmen.

Falls Sie von einem darauf spezialisierten Labor nicht nur die Anlieferungs- und Ausgleich-Feuchte bestimmen, sondern auch eine Bewertung der Daten vornehmen lassen wollen, dann sollten Sie dem Labor auch die obigen Angaben mitliefern.