



Feuchtemessung an historischen Gebäuden mit Mikrowellen-Absorption-Verfahren

F. Weise, D. Schaurich, I. Krause
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

Einleitung

Es wird ein Verfahren zur Feuchtegehaltsprofilmessung in Mauerwerk vorgestellt. Zur Feuchtebestimmung wird die Dämpfung von Mikrowellen durch den feuchten Baustoff zwischen zwei Bohrungen im Mauerwerk gemessen und ausgewertet. Die Profilbestimmung erfolgt in

zwei parallelen Bohrlöchern, in denen ein Antennenpaar verschoben und so punktweise eine Messkurve entlang der Bohrungen aufgenommen wird.



Abb. 1 : Zeughaus mit einem Teilbereich des durchfeuchteten Hauptgesims-Traufbereiches

Neben mehreren anderen historischen Bauwerken wurden u.a. Messungen am Zeughaus in Berlin durchgeführt (Abb. 1 oben, 4 u. 5). Aus den starken Zerstörungen im zweiten Weltkrieg und dem fehlerhaften Wiederaufbau von 1948 bis 1965 resultierten substanzzerstörende Feuchteschäden (Abb. 1 unten). Ab 1992 wurde mit Instandsetzungs- und Sanierungsarbeiten im Hauptgesimsbereich zur Beseitigung der Durchfeuchtungsursachen und beschleunigten Austrocknung begonnen. Im Mai 1994 begannen über einen Zeitraum von 8 Jahren die Feuchteuntersuchung der BAM, um den Trocknungsprozess und somit den Erfolg der Baumaßnahmen zu dokumentieren (Abb. 6 u. 7). Für diese Messungen wurden die erforderlichen Bohrungen bis in das Sandsteingesims hinein eingebracht (Abb. 2).

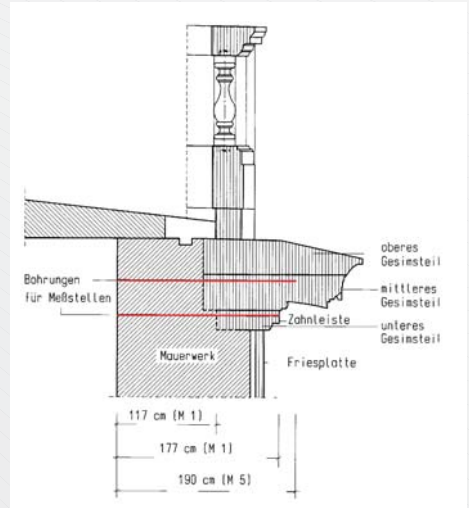


Abb. 2: Vertikaler Querschnitt des Traufbereiches mit Meßstellen

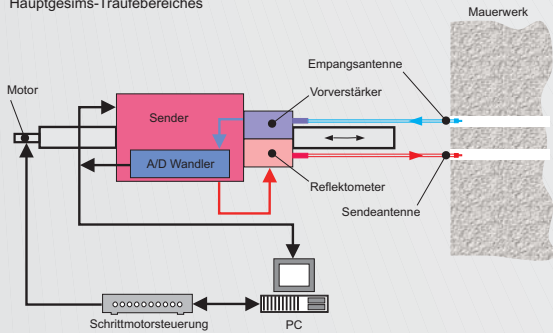


Abb. 3: Schematische Darstellung der Mikrowellen Messeinrichtung zur Messung von Mauerwerksfeuchte.



Abb. 4: Mikrowellen Messeinrichtung bei der Messung im Zeughaus Berlin



Abb. 5: Antennenpaar im Einsatz an einem Ziegelmauerwerk.

Messverfahren

Das Mikrowellenverfahren basiert auf der Bestimmung der Absorption kontinuierlicher Mikrowellen (Frequenzbereich 6 bis 10 GHz) durch das im Baustoff enthaltene Wasser. Den schematischen Messaufbau zeigt Abbildung 3. Die Ausgangsleistung eines abstimmbaren Mikrowellengenerators (Sender) wird in den Sendedipol (Sendeanenne) eingekoppelt. Die Messungen der eingespeisten Ausgangsleistung und der aus den unterschiedlichen Impedanzen der Zuleitungen, der Antennen, der Luft und des Baustoffs resultierenden reflektierten Leistung erfolgt mit einem Reflektometer. Die transmittierte Leistung empfängt ein der Sendeanenne baugleicher Dipol. Auf der Empfangsseite registriert eine Diode mit nachgeschaltetem Verstärker die empfangene Leistung. Die beschriebene Messeinrichtung befindet sich auf einem Transportschlitten, den man rechnergesteuert unter Einsatz eines Schrittmotors definiert.

niert verfährt. Das Antennenpaar wird schrittweise (Schrittweite 10 mm) in parallelen Bohrlöchern (Durchmesser 12mm, Antennenabstand 50 mm) bewegt. Während der Standzeit erfolgt automatisch die Leistungsmessung bei unterschiedlichen Mikrowellenfrequenzen. Daraus lassen sich dann die Absorptions- und Reflexionskoeffizienten frequenzspezifisch berechnen. Aus diesen beiden Größen, dem Antennenabstand und der Temperatur des zu untersuchenden Mauerwerkvolumens kann dann mit einem quasioptischen Modell der Dämpfungswert der kontinuierlichen Mikrowelle im dortigen Medium bestimmt werden. Aus den Dämpfungswerten des feuchten Mauerwerks und der Antennenstrecke wird anschließend der gesuchte Feuchtegehalt ermittelt.

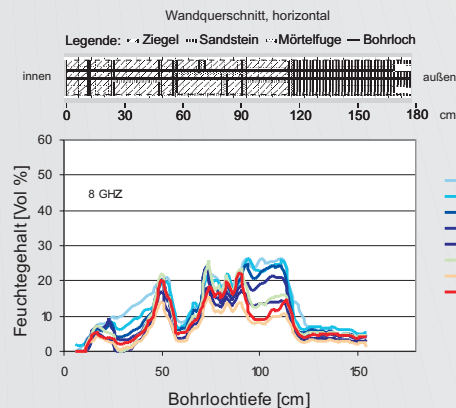


Abb. 6: Ergebnisse der Feuchtemessungen von 1995 bis 2002

Ergebnisse

Der endoskopisch ermittelte Wandquerschnitt weist eine gute Übereinstimmung mit den mittels Mikrowellenverfahren bestimmten Feuchteprofilen auf (Abb. 6). So ist bis in eine Bohrlochtiefe von 56 cm ein Anstieg des Feuchtegehaltes im Ziegelmauerwerk bis auf ca. 20 Vol% festzustellen. Im Postaer Sandstein selbst sinkt er wegen dessen geringen Porenvolumens unter 10 Vol%. Bedingt durch die Beseitigung der Durchfeuchtungsursachen ist während des achtjährigen Beobachtungszeitraumes ein Trocknungsprozess erkennbar (Abb. 7).

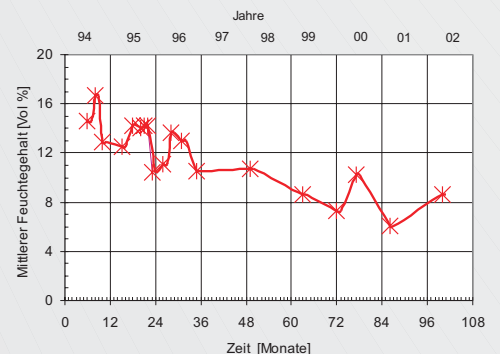


Abb. 7: Zeitlicher Verlauf des mittleren Feuchtegehaltes an einer Messstelle