

Beregnen bringen Segen - Beregnungsverfahren zur Beurteilung der Wasseraufnahme von Fassaden

^{1,2} Mario Stelzmann, ¹ Ulrich Möller

¹ Institut für Hochbau, Baukonstruktion und Bauphysik der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

² Institut für Bauklimatik der Technischen Universität Dresden

KURZFASSUNG. An der HTWK Leipzig wurde ein Wasseraufnahmemessgerät (WAM) entwickelt, das in der Lage ist, den W_w -Wert zerstörungsfrei und für praktische Fragestellungen hinreichend genau zu messen. Dies konnte in Vergleichen mit der Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten an Laborproben nachgewiesen werden. Bei dem Verfahren wird ein repräsentativer Fassadenbereich integral über Steine und Fugen künstlich beregnet und der Wasserverlust durch Wiegen ermittelt. Durch zahlreiche Fassadenuntersuchungen bereits während der Entwicklungsphase wurde der messtechnische Aufbau aus Praxissicht verbessert. Das Verfahren kann zum Beispiel eingesetzt werden, um ein geeignetes Hydrophobierungsmittel auszuwählen.

1 Einleitung

Fassaden werden bei Regen und gleichzeitiger Windanströmung durch Schlagregen beansprucht. Das auftreffende Regenwasser kann durch kapillare Saugwirkung der Fassadenbaustoffe oder über Risse in die Konstruktion eindringen. Der Schlagregenschutz von Fassaden ergibt sich aus den bauphysikalischen Eigenschaften der Fassadenbaustoffe. Der Wasseraufnahmekoeffizient (W_w -Wert; entspricht w -Wert nach DIN V 18550) gilt dabei als ein entscheidendes Kriterium, um die Qualität des Schlagregenschutzes zu bewerten. Je geringer der W_w -Wert ist, desto weniger Wasser kann bei Schlagregenereignissen eindringen. Um den W_w -Wert einer individuellen Fassade beurteilen zu können, sollte er am Objekt gemessen werden – und das möglichst zerstörungsfrei.



Abbildung. 1: An der HTWK Leipzig wurde ein Wasseraufnahmemessgerät entwickelt, mit dem sich der W_w -Wert einer Fassade bestimmen lässt. Die Abb. zeigt einen Prototyp.

2 Den Nachweis führen, dass der Schlagregenschutz ausreicht

Um den Schlagregenschutz von Fassaden zu beurteilen, unterscheidet man zwei prinzipielle Vorgehensweisen. Bei einer Variante achtet man auf das Einhalten fixer Grenzwerte für den W_w -Wert der Fassadenbaustoffe. Die DIN 4108-3 [1] und das WTA Merkblatt 6-5 [2] enthalten solche Grenzwerte für die Wasseraufnahmekoeffizienten. Nach DIN 4108-3 gilt ein W_w -Wert von $\leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}})$ als ausreichend schlagregensicher. Beim Einsatz einer Innendämmung empfiehlt das WTA Merkblatt 6-5 einen W_w -Wert von $\leq 0,2 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}})$. Die zweite Variante betrifft die hygrothermischen Simulationsberechnungen [3]. Für den bauphysikalischen Nachweis von Innendämmungen beschreibt das WTA Merkblatt 6-5 die prinzipielle Vorgehensweise bei einer hygrothermischen Simulation. Bei deren Anwendung können experimentell bestimmte Materialkennwerte der originalen Bausubstanz direkt in den Berechnungsalgorithmus einfließen. Damit helfen diese Simulationswerkzeuge dabei, objektspezifische Sanierungslösungen zu definieren, beispielsweise durch die Berechnung von Grenzwerten für den W_w -Wert mit lokalen Klimadaten oder eine Nachweisführung mit gemessenen W_w -Werten. Unabhängig von der gewählten Vorgehensweise muss man immer den Wasseraufnahmekoeffizienten der Fassadenbaustoffe kennen.

3 Mit neuem Messverfahren die Wasseraufnahmefähigkeit messen

Um den Wasseraufnahmekoeffizienten von Fassaden zerstörungsfrei und möglichst genau bestimmen zu können, wurde in den vergangenen Jahren an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK Leipzig) ein neues Messverfahren entwickelt [4] (Abb. 1). Die prinzipielle Funktionsweise dieses Wasseraufnahmemessgerätes (WAM) ist in Abb. 2 dargestellt: Zunächst wird die etwa $60 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$ große Konstruktion über eine Konsole am Gerüst oder über einen Haken an der Fassade befestigt. Mithilfe einer dauerelastischen Dichtungsmasse wird der Geräterahmen wasserdicht am zu untersuchenden Bereich angeschlossen. Der erfasste Fassadenausschnitt mit einer Größe von $40 \text{ cm} \times 51 \text{ cm}$ wird nun über einen Zeitraum von circa einer Stunde künstlich beregnet. Dabei wird Wasser aus dem Wassertank über ein perforiertes Rohr auf die Fassade geführt. Je nach Qualität der Fassade wird ein Teil des Wassers aufgesaugt oder dringt über Risse ein. Der Rest fließt über eine Öffnung zurück in den Wassertank. Es besteht ein Kreislauf, den das Wasser lediglich über die Fassadenoberfläche verlassen kann. Das Gewicht des Wasserbehälters wird durch eine Waage mit Datenanschluss kontinuierlich aufgezeichnet. Aus dem Masseverlust des Wasserbehälters wird auf die vom Fassadenbereich aufgenommene Wassermenge geschlossen. Der Wasseraufnahmekoeffizient der Probestfläche wird aus der mittleren Wasseraufnahmerate geteilt durch die Wurzel der Versuchsdauer ermittelt. Nach Abschluss eines Messdurchgangs lässt sich das Wasseraufnahmemessgerät wieder rückstandslos von der Fassade entfernen. Mit dem neuartigen Verfahren wird eine repräsentative Fläche von $40 \text{ cm} \times 51 \text{ cm}$ erfasst. Speziell für Sichtmauerwerkfassaden ergibt sich damit die Möglichkeit, den W_w -Wert integral über mehrere Stein- und Fugenschichten hinweg zu messen. Im Gegensatz zu etablierten In-Situ-Verfahren wie dem Prüfröhrchen nach Karsten [5] wird beim Wasseraufnahmemessgerät bewusst auf einen hydraulisch wirkenden Überdruck verzichtet. Die Fassade wird hier mit einem flächigen Wasserfilm beansprucht.

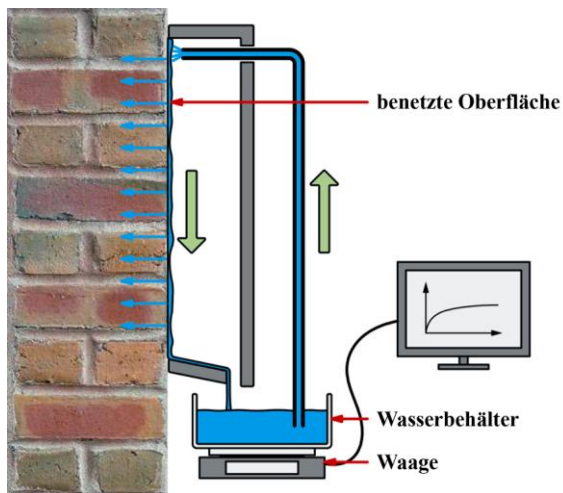


Abbildung. 2: Messprinzip des Wasseraufnahmemessgerätes (WAM)

4 Vergleich mit Laborverfahren zeigt gute Übereinstimmung

Um nachzuweisen, dass das Wasseraufnahmemessgerät verlässliche Daten liefert, wurden zunächst Laborversuche an verschiedenen Materialien durchgeführt. Beispielsweise wurde der Wasseraufnahmekoeffizient einer Betonplatte (C30/37; 55 cm × 46 cm × 4 cm) mit dem üblichen Laborverfahren nach [6] bestimmt. Dabei wurde der trockene Probekörper wenige Millimeter in ein Wasserbad getaucht und in bestimmten Zeitabständen gewogen. Aus der Gewichtszunahme, aufgetragen über die Wurzel der Versuchsdauer, wird der W_w Wert des Baustoffs ermittelt. Derselbe Probekörper wurde anschließend in mehreren Versuchsdurchgängen getrocknet und mit dem Wasseraufnahmemessgerät untersucht. Nach dem Laborverfahren liegt der Wasseraufnahmekoeffizient des Probekörpers bei $0,58 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}})$, das Wasseraufnahmemessgerät hat unter Laborbedingungen $0,60 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}})$ gemessen. Ein Teil der Messdaten sind in Abb. 3 dargestellt. Sie belegen die gute Übereinstimmung zwischen dem Laborversuch und dem Messgerät. Zusammen mit Ergebnissen aus weiteren Laborversuchen wurde daraus eine reproduzierbare Genauigkeit des Verfahrens von $\pm 0,05 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}})$ bestimmt [4].

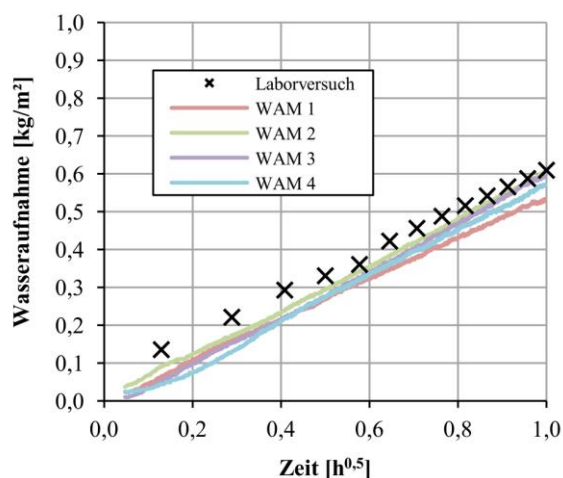


Abbildung. 3: Die Ergebnisse des Laborversuchs und der Messung mit dem Wasseraufnahmemessgerät zeigen eine gute Übereinstimmung.



Abbildung. 4: An einem sanierten, denkmalgeschützten Gebäude in Leipzig wurde das WAM mit etablierten In-Situ-Prüfmethoden verglichen. Das Foto zeigt die Wassereindringprüfer nach Karsten und Franke.

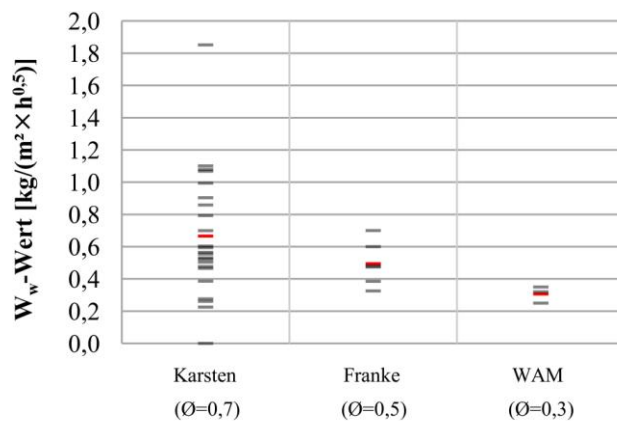


Abbildung. 5: Vergleich der Messergebnisse verschiedener Messmethoden: Die Ergebnisse zeigen unter anderem eine deutliche Abnahme der Prüfstreuung mit zunehmender Prüffläche.

5 Anwendungsbeispiel: Messwerte halfen Hydrophobierung auszuwählen

In der folgenden Beispieluntersuchung an einem Gebäude in Potsdam wird gezeigt, wie mithilfe des Wasseraufnahmemessgerätes ein geeignetes Sanierungsverfahren ausgewählt und der Nachweis des maximal zulässigen Wasseraufnahmekoeffizienten einer einschaligen Sichtmauerwerkskonstruktion erbracht werden kann. Das Gebäude wurde zwischen 1892 und 1895 errichtet und ist ein nicht unterkellertes zweistöckiger Bau mit denkmalgeschützter steinsichtiger Fassade. Für den Einbau einer nachträglichen Innendämmung musste der Schlagregenschutz ertüchtigt werden. Hierfür sollen geschädigte Sichtklinker und die Sichtverfugung ausgetauscht sowie eine adaptive hydrophobierende Imprägnierung aufgebracht werden. Das neue Fugenmaterial wurde mit einer Kellenverfugung eingebracht. Um die unterschiedlichen, zur Wahl stehenden Imprägnierungen zu beurteilen, wurden im Labor verschiedene Materialproben untersucht. Zusätzlich wurden Messungen mit dem WAM durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war es, ein geeignetes Produkt festzulegen. Dafür wurden neu verfugte Testflächen mit verschiedenen hydrophobierenden Imprägnierungen behandelt. Die W_w -Werte der Testflächen wurden anschließend mit dem WAM bestimmt. Als Referenz diente ein verfugter, nicht imprägnierter Fassadenbereich. In Abb. 6 sind die gemessenen Verläufe der

von der Fassade aufgenommenen Wassermenge dargestellt. Aus der Neigung der Kurven errechnen sich die jeweiligen W_w -Werte der verschiedenen Varianten. Dabei gilt: je steiler der Kurvenanstieg umso größer der W_w -Wert. Zusätzlich zeigt Abb. 6 die allgemeinen Grenzwerte nach DIN 4108-3 (rote Linie) und WTA Merkblatt 6-5 (lilafarbene Linie). Im Ergebnis wurde für die unbehandelten Bereiche ein stark saugender Untergrund mit einem W_w -Wert von circa $15 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}})$ ermittelt. Bei den untersuchten hydrophobierenden Imprägnierungen konnten zwei von vier der getesteten Mittel die Anforderungen nach DIN 4108-3 und WTA Merkblatt 6-5 erfüllen.

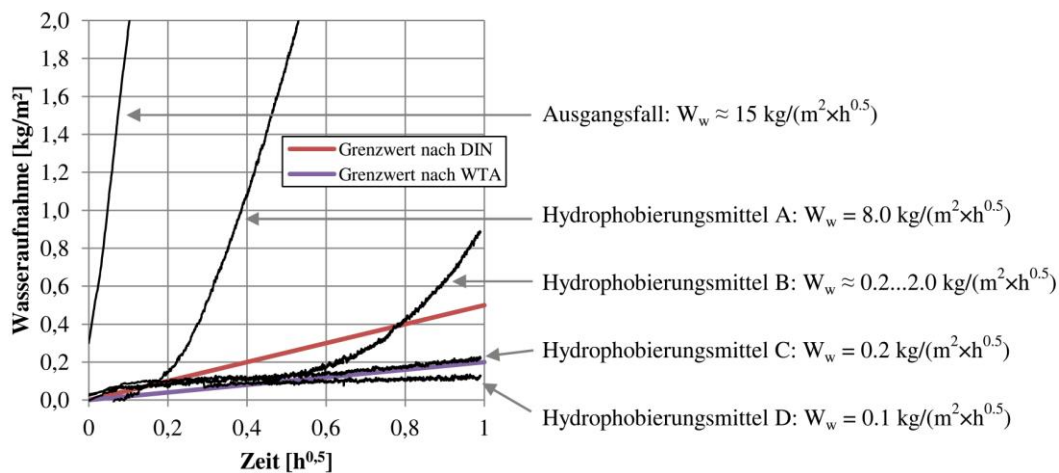


Abbildung. 6: Messdaten des WAM von unterschiedlich behandelten Testflächen an einem Objekt in Potsdam: Zwei von vier der getesteten Mittel konnten die Anforderungen nach DIN 4108-3 und WTA Merkblatt 6-5 erfüllen.

6 Prototyp in serienreifes Produkt überführt

2014 hat die Firma hf sensor aus Leipzig in Kooperation mit der HTWK Leipzig das prototypische Verfahren in ein serienfähiges Produkt überführt. Das „WAM 100B“ ist kompakter und besitzt gegenüber dem Prototyp eine etwas kleinere Untersuchungsfläche von $30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$. Funktionsweise und Messprinzip sind identisch. Um die Datenaufzeichnung und -auswertung zu vereinfachen, wurde eine spezielle Software programmiert. www.hf-sensor.de



Abbildung. 7: Das „WAM 100B“ im Messeinsatz.

Literatur

- [1] DIN 4108:2014-11 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen,
- [2] WTA Merkblatt 6-5 Innendämmungen nach WTA II – Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren, 2014
- [3] DIN EN 15026:2007-07 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation
- [4] Möller, U., Stelzmann, M.: In-Situ-Messgerät für die zerstörungsfreie Messung der Wasseraufnahme, in: Grunewald, J., Plagge, R. (Hrsg.): Tagungsunterlagen 2. Internationaler Innendämmkongress vom 12. bis 13. April 2013 in Dresden, S. 188–197.
- [5] Karsten, R.: Bauchemie – Ursachen, Verhütung und Sanierung von Bauschäden. Handbuch für Studium und Praxis. C. F. Müller-Verlag: 11., überarb. Auflage, Heidelberg, 2003
- [6] DIN EN ISO 15148:2003-03 Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen
- [7] Franke, L., Bentrup, H.: Einfluß von Rissen auf die Schlagregensicherheit von hydrophobiertem Mauerwerk und Prüfung der Hydrophobierbarkeit, in: Bautenschutz + Bausanierung 6/1991, S. 98–101 und 7/91, S. 117–121
- [8] Wendler, E.; Snethlage, R.: Der Wassereindringprüfer nach Karsten – Anwendung und Interpretation der Messwerte, in: Bautenschutz + Bausanierung 6/1989, S. 110–115
- [9] Schmidt-Döhl, F.: Die WA-Prüfplatte nach Franke zur Beurteilung der Wasseraufnahme von Fassaden. Gebrauchsanweisung zur WA-Prüfplatte (www.tuhh.de/t3resources/bp/PDF/WAPruefplatteneu.pdf)
- [10] Stelzmann, M.; Möller, U.; Plagge, R.: Messverfahren zur zerstörungsfreien Bewertung der kapillaren Wasseraufnahme von Fassaden, in: Kornadt, O., Lorenz, D., et. al. (Hrsg.): Tagungsunterlagen Bauphysiktag Kaiserslautern vom 27. bis 28. November 2013 in Kaiserslautern, S. 89–91

Autoren:

Dipl. -Ing. (FH) Mario Stelzmann, Institut für Hochbau, Baukonstruktion und Bauphysik der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Karl-Liebknecht Str. 132, 04277 Leipzig; Tel.: 0341 – 3076 6650; Fax: 0341 – 3076 7044; E-mail: mario.stelzmann@htwk-leipzig.de

Prof. Dr. -Ing. Ulrich Möller, Institut für Hochbau, Baukonstruktion und Bauphysik der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Karl-Liebknecht Str. 132, 04277 Leipzig; Tel.: 0341 – 3076 6281; Fax: 0341 – 3076 7044; E-mail: ulrich.moeller@htwk-leipzig.de