

Zerstörungsfreies Verfahren zur Messung des kapillaren Wasseraufnahmeverhaltens von Fassaden

Mario Stelzmann, Institut für Hochbau, Baukonstruktion und Bauphysik
mario.stelzmann@htwk-leipzig.de

Einführung

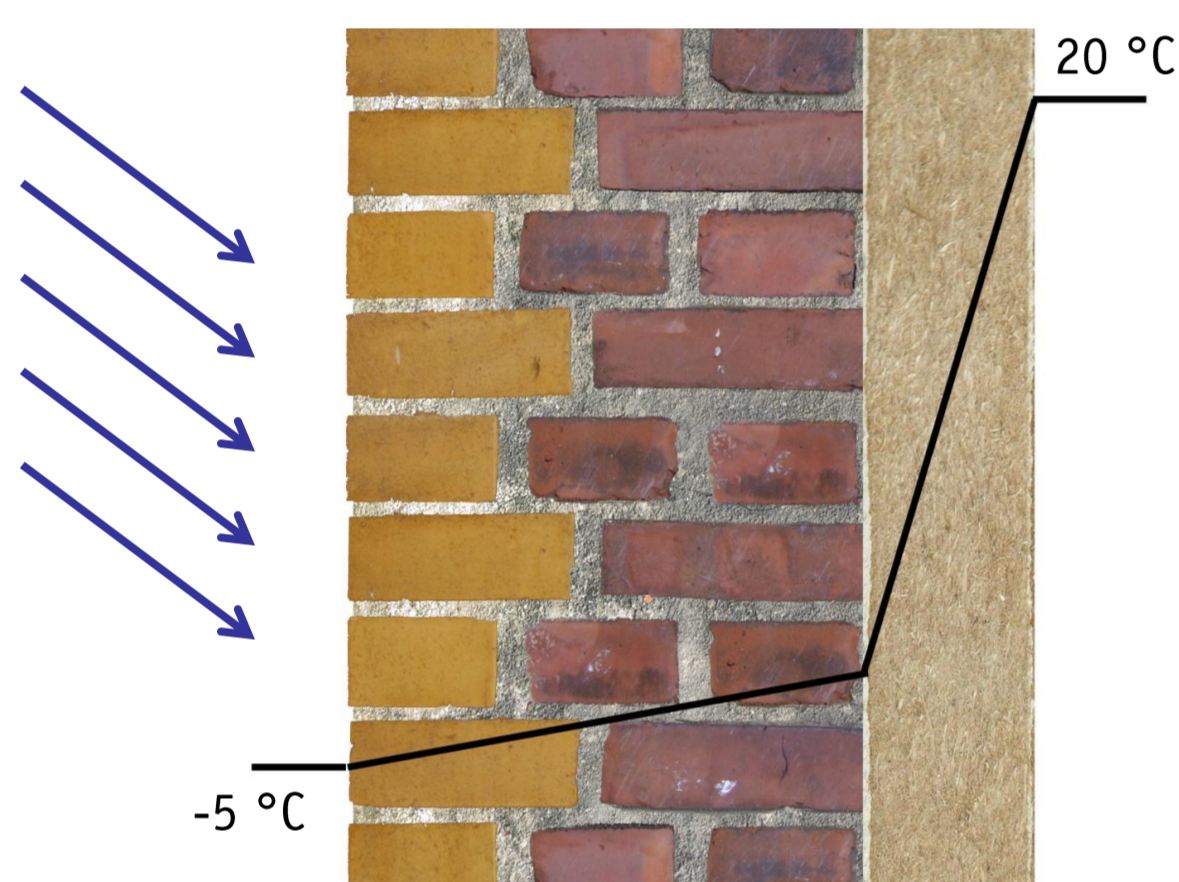
1 Problemstellung: Schlagregenschutz bei Innendämmung

Bei Sanierungen von Gebäuden mit historischen Fassaden wurden in den vergangenen Jahren immer häufiger Innendämmungen eingesetzt. Gegenüber einer außenseitigen Wärmedämmung hat die Innendämmung den großen Vorteil, dass die ursprüngliche Fassadenansicht erhalten bleibt. Die Nachteile einer Innendämmung sind größtenteils bauphysikalischer Natur. Die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden mit Innendämmung ist schadensfrei möglich, erfordert jedoch eine sorgfältige Planung und gewissenhafte Ausführung. Besonders Augenmerk ist auf das Feuchtmanagement der Konstruktion zu legen. Denn nachträgliche Innendämmungen bewirken in den Wintermonaten ein niedrigeres Temperaturniveau in der Bestandswand. Entsprechend wird das Trocknungspotenzial vermindert und die Gefahr einer sich aufschaukelnden Feuchtigkeit in der Wand vergrößert sich. Prinzipiell sind bei Innendämmungen zwei unterschiedliche Feuchtebelastungen zu berücksichtigen: Tauwasser von innen und Schlagregen von außen. Durch das Aufbringen einer Innendämmung verschiebt sich



Fassaden unter Denkmalschutz: Eine Dämmung von der Außenseite ist hier nicht möglich

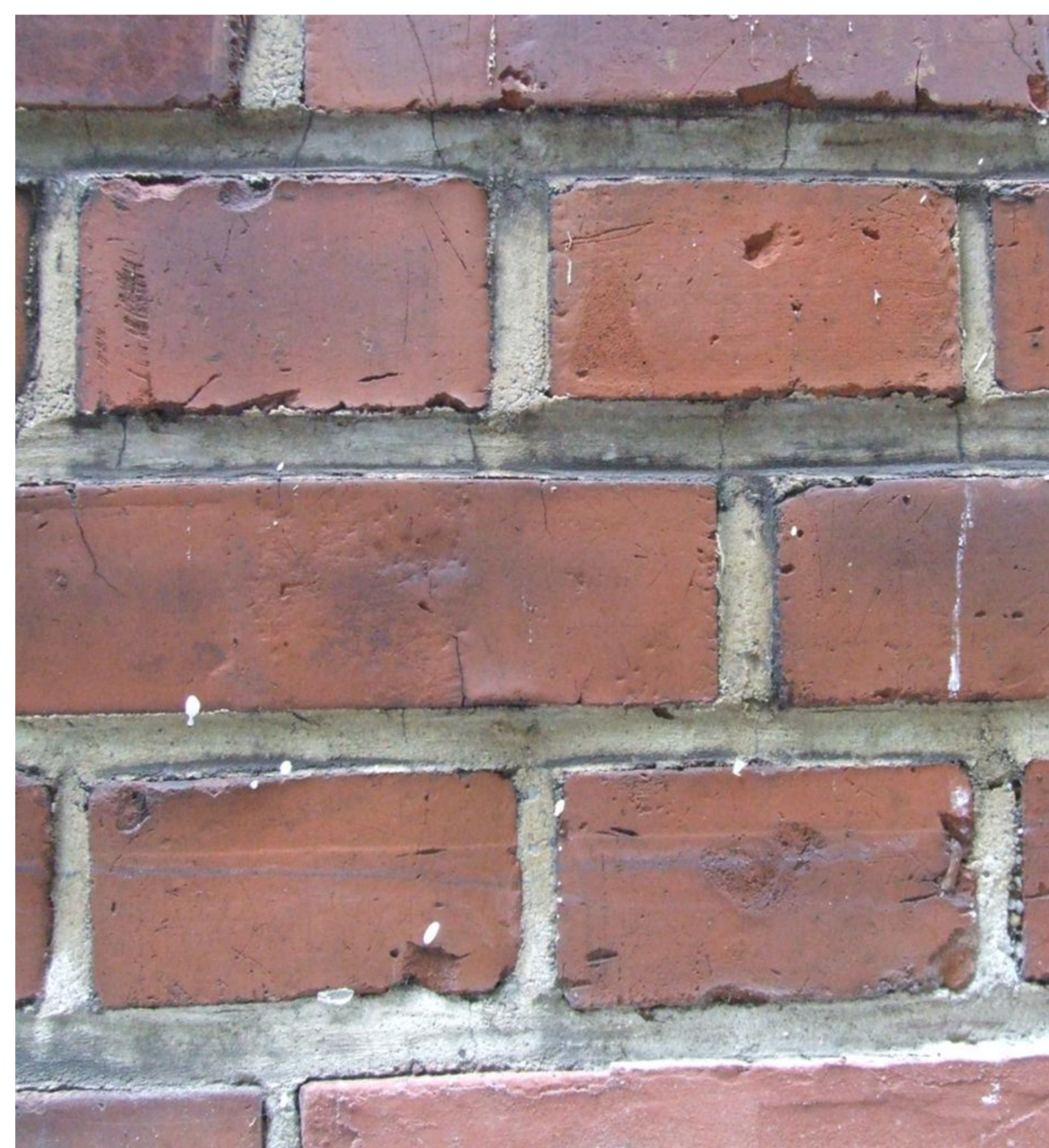
der Taupunkt in die Wand. Für die Wandfläche ist Tauwasser klassisch mit einer Dampfsperre oder Dampfbremse bzw. mit kapillaraktiven Dämmstoffen in den Griff zu bekommen. Einer Aufweichung infolge Schlagregen wird mit einem entsprechenden Schlagregenschutz begegnet. Der Regenschutz einer Außenwand wird durch eine möglichst geringes kapillares Wasseraufnahmeverhalten sowie eine hohe Wasserdampfdurchlässigkeit realisiert. Ein wasserabweisender Außenputz mit geeigneter Beschichtung erfüllt diese Anforderung auch bei einer hohen Schlagregenbelastung. Bei denkmalgeschützten Sichtmauerwerkfassaden ist es im Gegensatz dazu deutlich schwieriger den Schlagregenschutz zu bestimmen. Hier stellt sich häufig die Frage nach dem tatsächlich vorhandenen Schlagregenschutz.



Innen gedämmte Außenwand: Der Wandquerschnitt bleibt kalt

2 Kenntnis W_w -Wert für den Nachweis von Innendämmungen erforderlich

Der hygrothermische Nachweis von innen gedämmten Außenwänden kann über das vereinfachte Verfahren nach WTA-Merkblatt 6-4 „Innendämmung nach WTA I – Planungsleitfaden“ oder durch eine hygrothermische Simulationsrechnung nach DIN EN 15026 geführt werden. In beiden Fällen ist ein ausreichender konstruktiver Schlagregenschutz eine wichtige Voraussetzung. Der Wasseraufnahmekoeffizient (W_w -Wert) gilt dabei als ein entscheidendes Kriterium für dessen Beschreibung. Die ausreichend genaue Bestimmung des W_w -Wertes von bestehenden Fassaden ist derzeit jedoch nur mit einer zerstörenden Entnahme von Material und einer anschließenden Untersuchung im Labor möglich. Dies ist besonders für die Untersuchung von denkmalgeschützten Fassaden unbefriedigend. Kleinstmessgeräte wie das Prüfröhrchen nach Karsten oder die Prüflatte nach Franke bieten hier nicht die erforderliche Genauigkeit und reproduzierbare Vergleichbarkeit zum Normversuch.

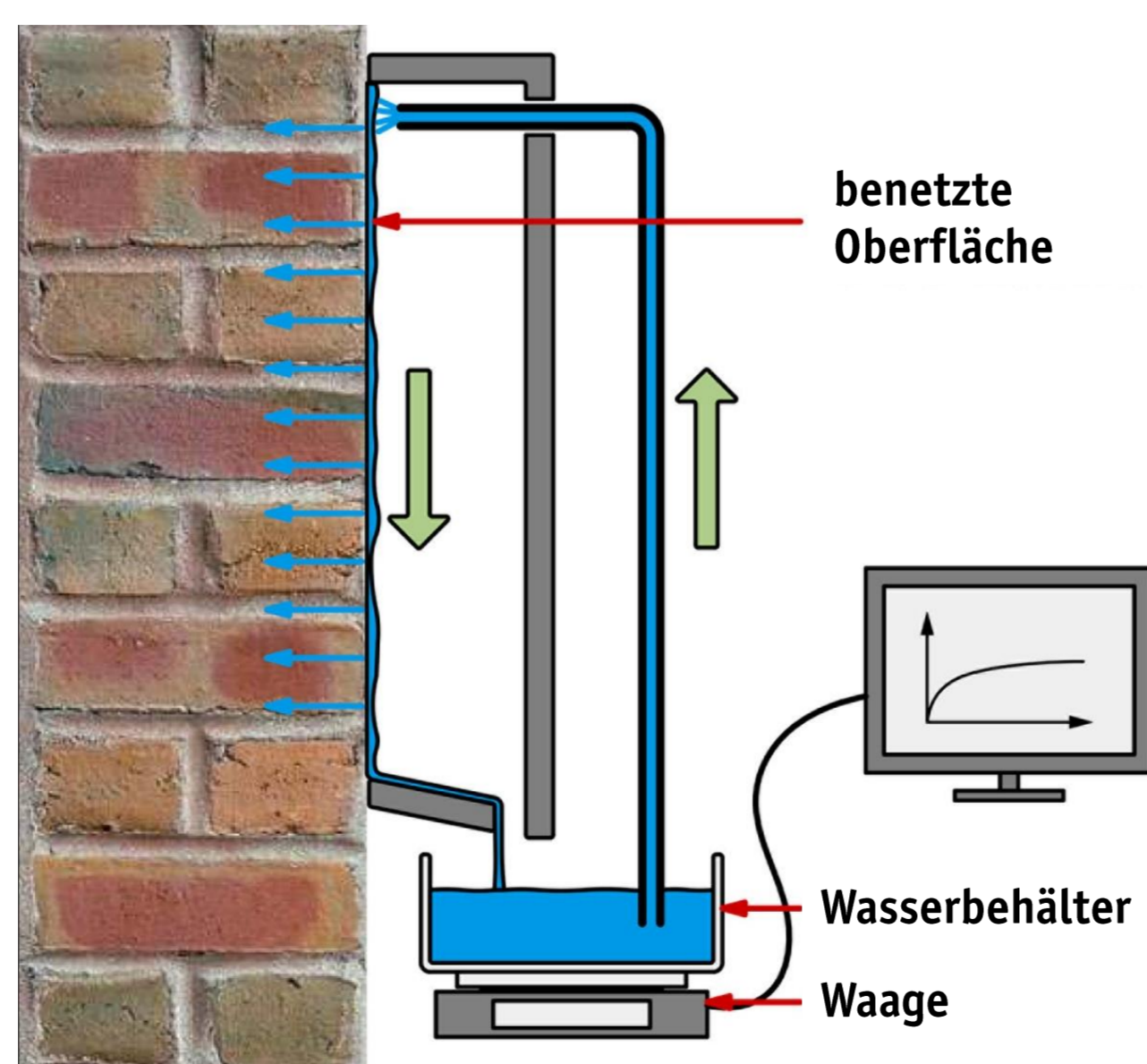


Detail historische Sichtmauerwerkfassade: Die Bestimmung des vorhandenen Schlagregenschutzes ist hier besonders schwierig

Gegenstand der Forschung

1 Entwicklung neues Messverfahren

Das neu entwickelte Messverfahren erlaubt eine zerstörungsfreie Messung der zeitabhängigen Funktion der kapillaren Wasseraufnahme von Wänden. Das Prinzip beruht auf der kontinuierlichen Benetzung einer definierten Fassadenfläche. Dafür wird ein geschlossener Bereich von 40 cm · 51 cm in einer speziellen Kammer künstlich beregnet. Ein Teil des Wassers wird nun von den Fassadenmaterialien kapillar aufgenommen. Der Rest läuft zurück in einen Wasserbehälter. Der Masseverlust des Wasserbehälters entspricht der aufgenommenen Wassermenge. Das gravimetrische Messprinzip erreicht eine reproduzierbare Genauigkeit von $\pm 0,05 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Mit dem neuartigen Verfahren wird eine repräsentative Fläche erfasst. Speziell für Sichtmauerwerkfassaden ergibt sich damit die Möglichkeit einer integralen Messung der kapillaren Wasseraufnahme über mehrere Stein- und Fugenschichten hinweg.



Prinzip des neu entwickelten Messverfahrens

2 Wasseraufnahmemessgerät Prototyp

Auf Basis dieses theoretischen Modells wurde an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig der Prototyp eines Gerätes entwickelt. Der Aufbau des Wasseraufnahmemessgerätes besteht aus drei Komponenten: Einem Messgerät, einem Wasserbehälter und einer Waage. Das Messgerät besitzt ein Sichtfenster, das bei Bedarf geöffnet werden kann. Weiterhin ist rechts oben an dem

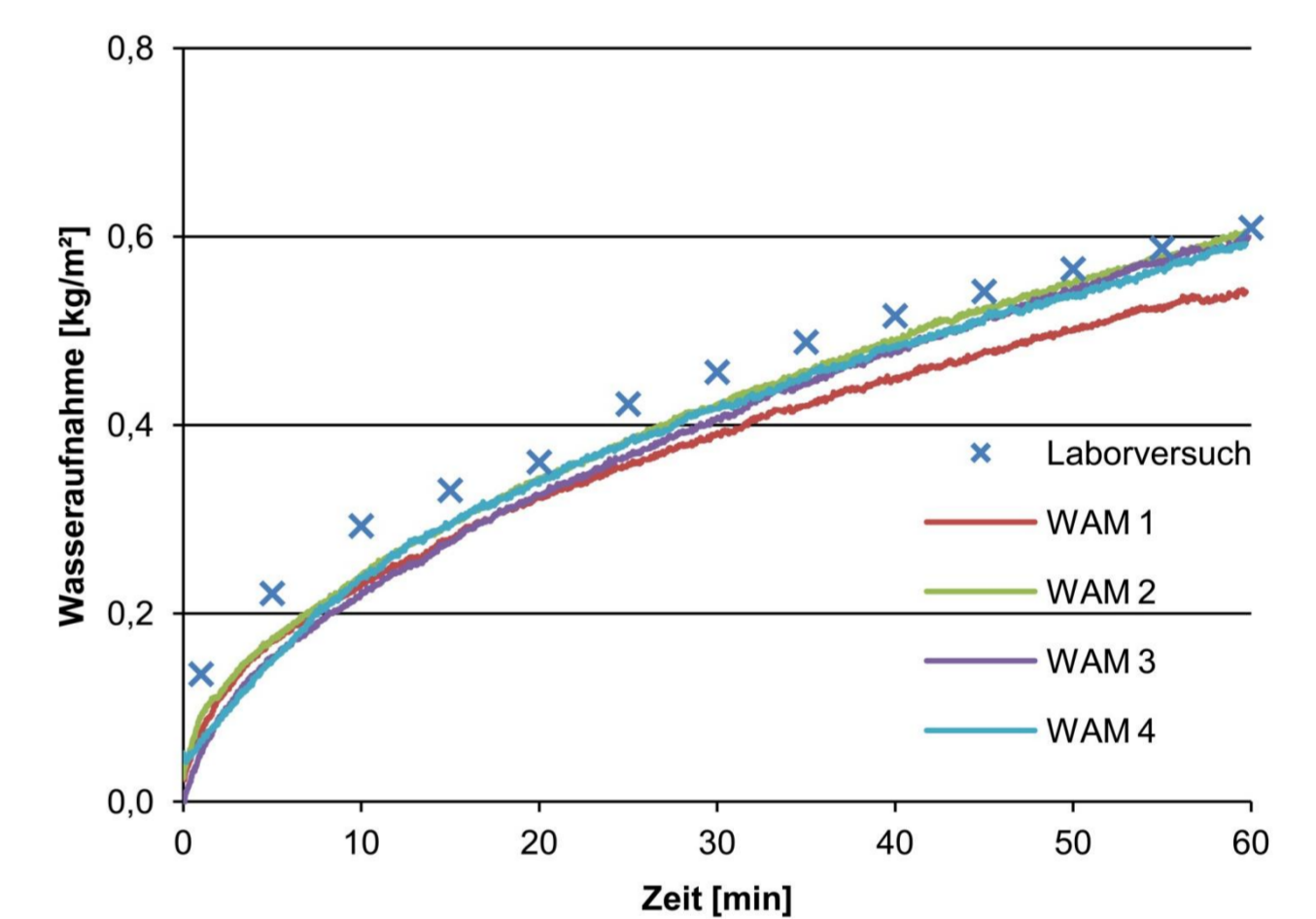


Der Wasseraufnahmemessgerät Prototyp

Messgerät eine Pumpe befestigt. Diese wird mit einer Autobatterie betrieben. Wasserbehälter und Waage stehen in einer separaten Öffnung im unteren Bereich des Messgerätes. Für eine Messung wird das Messgerät mithilfe einer speziellen Dichtungsmasse an die zu untersuchende Prüffläche angedichtet. Beim Messvorgang wird Wasser aus dem Wasserbehälter in die Kammer des Messgerätes gepumpt. Über ein perforiertes Rohr wird nun der von der Kammer eingeschlossene Fassadenbereich mit einem geschlossenen Wasserfilm beaufschlagt. Je nach Qualität der Fassade wird ein Teil des Wassers aufgesaugt. Der Rest fließt über eine Öffnung zurück in den Wasserbehälter. Es besteht ein Kreislauf, den das Wasser nur über die Fassadenoberfläche infolge kapillaren Saugens verlassen kann. Der Wasserverlust aus dem Messsystem entspricht somit der kapillaren Wasseraufnahme der untersuchten Fassadenfläche. In einer anschließenden Messauswertung werden systembedingte Verluste wie Oberflächenbenetzung innerhalb des Messsystems berücksichtigt. Die Versuchsdauer beträgt üblicherweise 60 Minuten, ist jedoch nicht von der Messmethode abhängig. Bei stark saugenden Untergründen können auch 20 minütige Messungen zu aussagekräftigen Ergebnissen führen.

3 Bisherige Ergebnisse

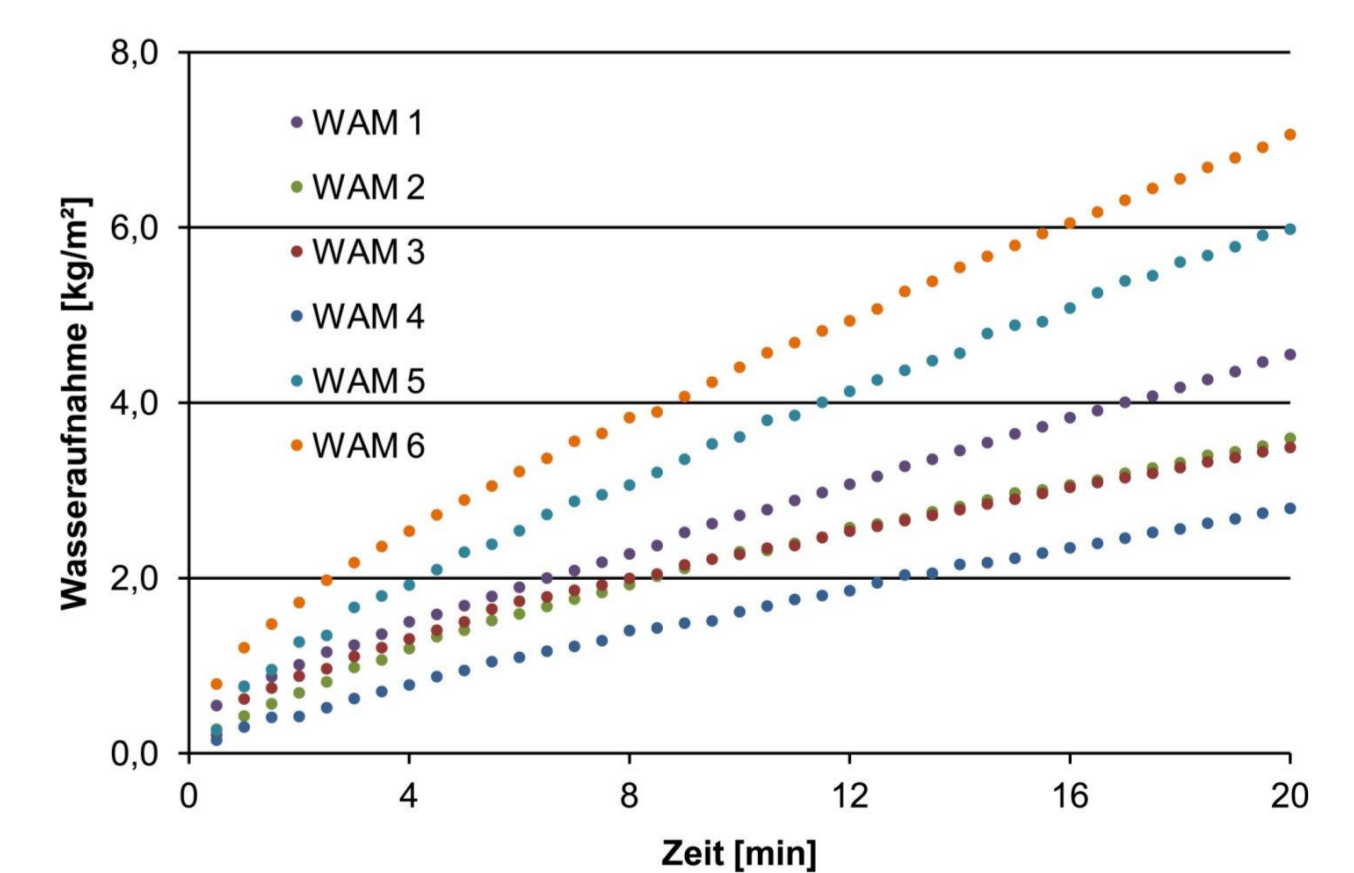
Für den Nachweis der Funktionsweise des Wasseraufnahmemessgerätes wurden zunächst Laborversuche durchgeführt. Dafür wurde klassisch der Wasseraufnahmekoeffizient einer Betonplatte durch Eintauchen in Wasser und kontinuierliches Wiegen der Probekörpermasse bestimmt. Die Messwertaufnahme erfolgte manuell in einem Zeitabstand von 5 Minuten. Nach Trocknung wurde die Wasseraufnahme an derselben Betonplatte mithilfe des Wasseraufnahmemessgerätes gemessen. Die gute Übereinstimmung der beiden Versuche sind rechts im oberen Diagramm dargestellt. Die Messwertfassung erfolgte mithilfe einer Laborwaage mit Datenanschluss. Die Daten wurden in einem Zeitraster von 1 Sekunde abgefragt, was den graphisch kontinuierlichen Verlauf erklärt. Bei der Entwicklung des Wasseraufnahmemessgerätes war stets die Praxistauglichkeit des Versuchsaufbaus von großer Wichtigkeit. Deshalb wurden während der Entwicklung zahlreiche Feldversuche an unterschiedlichen Fassaden durchgeführt. Bei dem folgenden Objekt handelt es sich um eine in der Nachkriegszeit entstandene Wohnanlage mit Sichtmauerwerk. Die Messungen wurden an unterschiedlichen Stellen des Gebäudes durchgeführt. Die Fassade macht optisch einen altersentsprechenden Eindruck. Die Messungen selbst haben gut funktioniert, was auch durch den homogenen Verlauf der rechts im unteren Diagramm dargestellten Wasseraufnahme, aufgetragen über die Zeit, deutlich wird. Die Messwertfassung erfolgte durch Ablesen der Gewichtsänderungen im 30-Sekundentakt. Aufgrund der sehr hohen Wasseraufnahme, konnten die Versuche bereits nach 20 Minuten beendet werden. Bedeutsam ist die Auswertung der Messungen mit einer großen Streubreite mit W_w -Werten von 5 bis $12 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Zwischen der optischen Beurteilung und dem messtechnischen Ergebnis ist nicht immer ein Zusammenhang zu finden.



Messergebnisse aus einem Laborversuch an Beton: Gute Übereinstimmung zw. Laborversuch und WAM



Westansicht des untersuchten Gebäudes



Messergebnisse des entwickelten Messgerätes an einer Sichtmauerwerkfassade

Zusammenfassung

Das entwickelte Wasseraufnahmemessgerät ermöglicht eine genaue und zerstörungsfreie Messung der kapillaren Wasseraufnahme direkt am Bauwerk. Durch eine benetzte Oberfläche von 40 x 51 cm ist es speziell bei Sichtmauerwerkfassaden möglich, eine integrale Wasseraufnahme über mehrere Stein- und Fugenschichten zu messen. In Laborversuchen konnte die Funktionsfähigkeit des Gerätes belegt werden. In anschließenden Feldversuchen wurde eine Sichtmauerwerkfassade erfolgreich untersucht. Die ersten Ergebnisse

zeigen deutlich die qualitativen Unterschiede bei alten Fassaden. Mithilfe des entwickelten Messgerätes wird es zukünftig möglich sein, die Schlagregensicherheit von Fassaden quantitativ, in einem zerstörungsfreien Messverfahren bewerten zu können. Die Entwicklungsarbeit am hier vorgestellten Messgerät ist aktuell noch nicht abgeschlossen. Vorhandene Ergebnisse belegen jedoch die prinzipielle Funktionsweise der entwickelten Messmethode.