

INSTITUT FÜR BAUFORSCHUNG

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Leitung: Professor Dr.-Ing. W. Brameshuber
Professor Dr.-Ing. M. Raupach

Postfach, D-52056 Aachen
Schinkelstraße 3, D-52062 Aachen

Telefon (02 41) 80-9 51 00 · Telefax (02 41) 80-9 21 39 · www.ibac.rwth-aachen.de

OJ/Fk/Sc

1. Ausfertigung

THEMA

Prüfung eines Injektionsstoffes
nach WTA-Merkblatt E 4-4-03/D

Prüfbericht Nr.

M 770
vom 04.07.2005

Projektbearbeitung

Prof. Dr.-Ing. M. Raupach

Dipl.-Ing. J. Orlowsky

Auftraggeber/
Förderer

Heinrich Hahne GmbH & Co. KG
Heinrich-Hahne-Weg 11

45711 Datteln

Auftragsdatum
Aktenzeichen

21.06.2005

-

Dieser Bericht umfasst 8 Seiten, davon 5 Textseiten.

Soweit Versuchsmaterial nicht verbraucht ist, wird es nach 4 Wochen vernichtet.

Eine längere Aufbewahrung bedarf einer schriftlichen Vereinbarung.

Die auszugsweise Veröffentlichung dieses Berichtes, seine Verwendung für Werbezwecke sowie die inhaltliche Übernahme in Literaturdatenbanken bedürfen der Genehmigung des ibac.

1 ALLGEMEINES

Am 21.06.2005 beauftragte die Firma Heinrich Hahne GmbH & Co. KG, Datteln, das Institut für Bauforschung der RWTH Aachen (ibac) mit der Ausfertigung eines Prüfberichtes über das Produkt INTRASIT[®] MEK.

2 PROBENMATERIAL

Das Produkt INTRASIT[®] MEK ist ein lösemittelfreies Silicon-Microemulsions-Konzentrat auf Silan-/Siloxan-Basis. Entsprechend Tabelle 1 des WTA-Merkblatts E 4-4-03/D beruht somit der Wirkungsmechanismus auf Hydrophobie.

Das Produkt ist laut Angabe des Auftraggebers (AG) identisch mit einem im ibac nach dem WTA-Merkblatt 4-4-03/D „Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit“ geprüften Produkt, dessen Prüfung im Folgenden beschrieben wird.

Die nachfolgend dokumentierten Eigenschaften gelten für eine Verdünnung des Produktes unmittelbar vor der Injektion im Verhältnis Produkt : Trinkwasser = 1 : 9. Aufgrund des hohen Durchfeuchtungsgrades erfolgte einige Stunden nach der Injektion die Aktivierung der Silicon-Microemulsion durch Nachinjektion mit einem alkalischen Kombinationsprodukt (z. B. INTRASIT[®] Verkieselung).

3 PRÜFVERFAHREN

3.1 Probekörper

Für die Durchführung der Druckinjektion wurden entsprechend WTA-Merkblatt E 4-4-03/D drei Prüfkörper mit Muhr-Vollziegeln und Kalkzementmörtel in den Abmessungen 740 mm Länge, 569 mm Höhe und 24 mm Tiefe hergestellt. Unmittelbar nach Herstellung erfolgte eine 28-tägige Lagerung bei Raumklima, 23 °C und 50 % relative Luftfeuchte.

Anschließend wurden in die zweite und dritte Ziegellage von unten horizontale Bohrkanäle mit einem Durchmesser von rd. 10 mm mittig eingebracht. Der Abstand zwischen den Bohrlochern betrug rd. 10 cm. Das Bohrmehl wurde nach den Bohrungen mit Druckluft ausgeblasen.

3.2 Probenvorbereitung

Nach Ermittlung des Sättigungsgrades und Behandlung der Probekörper gemäß WTA-Merkblatt E 4-4-03/D, Abschnitt 3.2.2, erfolgte über einen Zeitraum von 45 Tagen die Einstellung des Durchfeuchtungsgrades von $95 \% \pm 5 \%$. Dabei wurde im Mittel eine Wassermenge von 11 M.-% bezogen auf das Trockengewicht beigegeben. Der Referenzprobekörper wurde an allen vier Seitenflanken mit einer wasserdampfdichten Umhüllung auf Basis von Epoxidharz versiegelt, während die zu injizierenden Prüfkörper an drei Seitenflanken versiegelt wurden. Der Durchfeuchtungsgrad wurde bis zur unmittelbar anschließenden Injektion bewahrt.

3.3 Injektion und Lagerung bis zur Wirksamkeitsprüfung

Ein Tag vor der Injektion wurde zur wasserdampfdichten Verdämmung ein Dichtungsspachtel auf die unteren Ziegellagen bis in eine Höhe von rd. 29 bis 31 cm mit Kelle, Glätter und Flachpinsel aufgebracht (s. Bild B1, Seite B1).

Die Injektion der zwei Prüfkörper (Mauer I, Mauer II) erfolgte unter Beaufsichtigung eines autorisierten Vertreters der Prüfstelle durch einen Anwendungstechniker des AG in den Laborräumen des ibac. Die Injektion erfolgte bei $23 \text{ }^\circ\text{C}$ und 50 % relativer Luftfeuchte über Bohrlochpacker mit einem Injektionsdruck von rund 1,5 bar (s. Bild B2, Seite B1). Es wurden pro Mauer etwa 8 bis 12 l inkl. Verluste durch austretenden Injektionsstoff injiziert. Der Verlust wird auf rd. 10 % geschätzt. Die Injektionszeit pro Prüfkörper (Mauerwerk) betrug rund 30 bis 40 Minuten. Die Nachinjektion mit dem in Abschnitt 2 beschriebenen alkalischen Produkt erfolgte mit 1,75 bar. Je Mauer wurde dabei eine Injektionsmenge von etwa 1,4 l inklusive Verluste in etwa 15 Minuten eingebracht.

Da für die behandelten Mauerwerksoberflächen zur planmäßigen Entfaltung der Wirksamkeit des lösemittelfreien Silicon-Microemulsions-Konzentrates hinreichende Trocknungsbedingungen erforderlich sind, wurden abweichend vom WTA-Merkblatt E 4-4-03/D, Abschnitt 3.2.3, die behandelte Seitenflanke oberhalb der Injektionsfront nicht wasserdampfdicht versiegelt. Diese spezielle Behandlung ist gemäß WTA-Merkblatt E 4-4-03/D zulässig, wenn sie der realen Injektion entspricht und aus den Verarbeitungshinweisen des Stoffherstellers abgeleitet werden kann. In Tabelle 1 sind die Rahmenbedingungen für die Injektion zusammengefasst.

Tabelle 1: Anwendungsbereich/Injektionsverfahren

Spezielle Rahmenbedingung	bis 95 % DFG (mit Druck)
1	2
Alkalisierung des Mauerwerks nach der Injektion	ja
Alkalisierung des Mauerwerks vor der Injektion	nein
Vorbehandlung des Mauerwerks	nein
Trocknung nach der Injektion	ja
Verdunstung während der Injektion	nein
Vortrocknung des Mauerwerks	nein

Die Lagerung der Probekörper erfolgte unmittelbar nach der Injektion im Klima 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte, wobei die unterste Ziegelschicht in Edelstahlwannen im Wasser stand. Die Edelstahlwannen wurden dampfdicht verschlossen, womit die Wirksamkeitsprüfung begann (s. Bild B3, Seite B2).

3.4 Wirksamkeitsprüfung

Bei den injizierten Prüfkörpern wurde die Injektionsseite der Probekörper oberhalb der Injektionsfront innerhalb der ersten 120 Tage nach der Injektion nicht versiegelt, um hinreichende Trocknungsbedingungen des Mauerwerkes zu gewährleisten, vgl. Abschnitt 3.3, Tabelle 1. Bei der Ermittlung der Durchlassrate wurde die dadurch vergrößerte Verdunstungsfläche berücksichtigt. Nach 120 Tagen wurden auch jeweils die 4. Seitenflanken der beiden injizierten Prüfkörper versiegelt.

Bild B4, Seite B2, zeigt die Entwicklung der Durchlassraten über die Zeit nach der Injektion. Die Durchlassraten wurden über die Veränderung des Pegelstandes unter Berücksichtigung der Leckrate sowie der Verdunstungsfläche der Probekörper ermittelt.

Entsprechend des WTA-Merkblatts E 4-4-03/D wurden von dem injizierten Probekörper (Mauer I) sowie dem Referenzmauerwerk aus der zweiten Steinreihe von oben Ziegel- und Mörtelproben entnommen. An diesen Proben wurde mittels der DARR-Methode der Feuchtegehalt ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle A2, Seite A1, wiedergegeben.

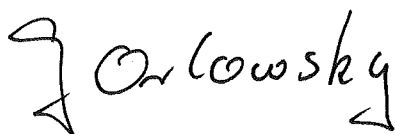
3.5 Beurteilung der Ergebnisse

Nach einer Prüfdauer von 60 Tagen weist das Referenzmauerwerk eine Durchlassrate von 94 ml/m² d auf. Bei den injizierten Prüfkörpern (Mauer I, Mauer II) kann diese Wasserdurchlassrate in einem Zeitraum von 80 bis 105 Tagen nach Beginn der Wirksamkeitsprüfung um 77 % auf rund 23 ml/m² d gesenkt werden. Die Wasserdurchlassrate bleibt auch nach 120 Tagen auf diesem Niveau. Nach der vollständigen Versiegelung der 4. Seitenflanke der injizierten Mauerwerke bleibt die Wasserdurchlassrate ebenfalls auf dem geringen Niveau von etwa 30 ml/m² d, was einer Reduktion von 68 % gegenüber der Referenz entspricht.

Abschließend wird noch einmal darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieser Wirksamkeitsprüfungen für den speziellen Anwendungsfall des lösemittelfreien Silicon-Microemulsions-Konzentrates hinreichende Trocknungsbedingungen oberhalb der Injektionsfront berücksichtigt wurden. Dies ist durch die speziellen Eigenschaften des Injektionsstoffes erforderlich. Im Ergebnis wird der Wirksamkeitsnachweis gemäß WTA-Merkblatt E 4-4-03/D erbracht. Bezogen auf die Anwendungspraxis, müssen für eine erfolgreiche Injektionsmaßnahme gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit hinreichende Trocknungsbedingungen oberhalb der Injektionsfront sichergestellt werden.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Anforderungen des WTA-Merkblatts E 4-4-03/D „Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit“ erfüllt werden, die Wirksamkeit für den untersuchten Injektionsstoff wurde nach Druckinjektion an zwei standardisierten Mauerwerksprobekörpern für einen Durchfeuchtungsgrad von 95 % (DFG 95 % +/- 5 %) nachgewiesen.

Die Sachbearbeiterin



Dipl.-Ing. J. Orłowski



Die Institutsleitung

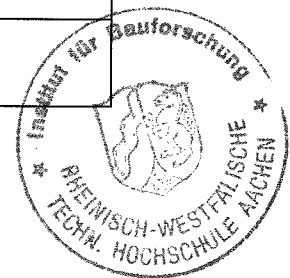


Prof. Dr.-Ing. M. Raupach

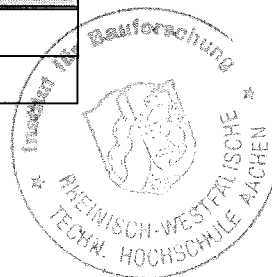
Tabelle A1: Beurteilung der Wirksamkeit der Injektion nach WTA-Merkblatt E 4-4-03/D

Probekörper	Wasserdurchlassrate	Reduktion gegenüber der Referenz
-	ml/m ² ·d	%
1	2	3
Referenzmauerwerk (Bezugswert nach 60 Tagen)	94	-
Injizierte Mauer I (80 bis 105 Tage) ¹⁾	24	75
Injizierte Mauer II (80 bis 105 Tage) ¹⁾	20	79
Injizierte Mauer I (176 Tage)	37	60
Injizierte Mauer II (176 Tage)	23	75

1) Mittelwert aus 3 Messungen

Tabelle A2: Durch Darren ermittelte Feuchtegehalte in der 2. Steinreihe von oben nach einer Versuchsdauer von 176 Tagen

Art des Probekörpers	Feuchtegehalt	
	Ziegel	Mörtel
-	M.-%	
1	2	3
Injizierte Mauer Nr. I	0,8	5,2
Referenz	5,6	8,4



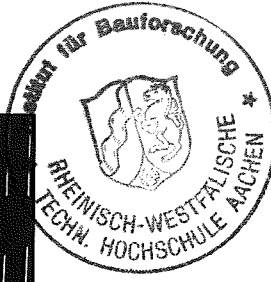
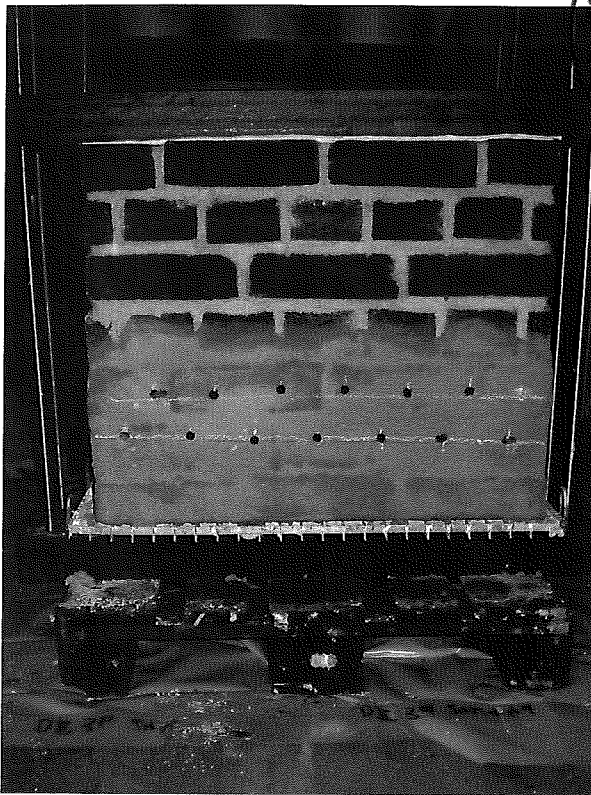


Bild B1: Für die Injektion vorbereiteter Prüfkörper

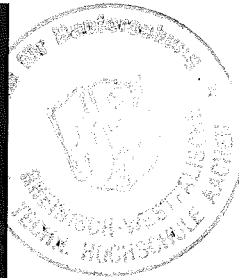
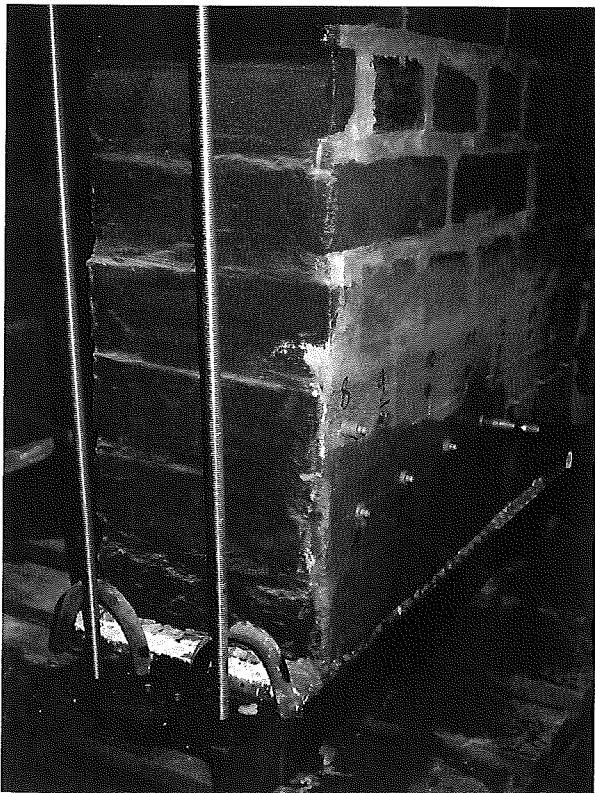


Bild B2: Injektion eines Prüfkörpers



Bild B3: Wirksamkeitsprüfung an den Mauerwerken

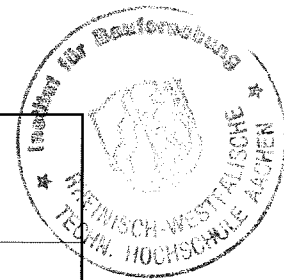
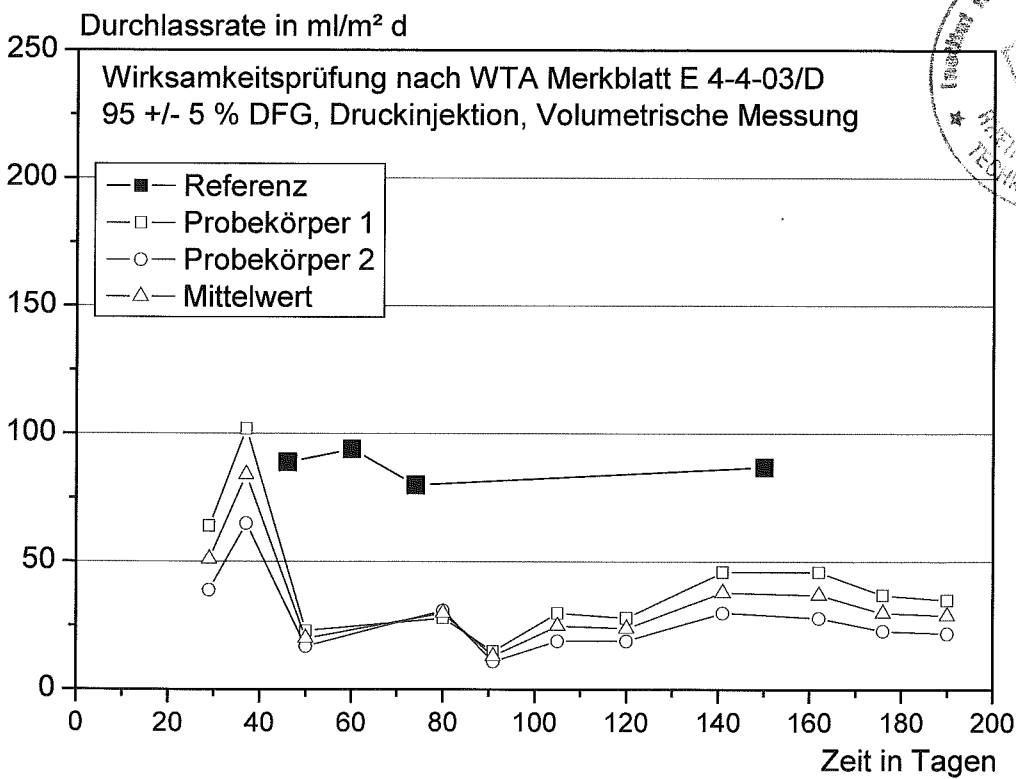


Bild B4: Wirksamkeitsprüfung an den Mauerwerken I und II