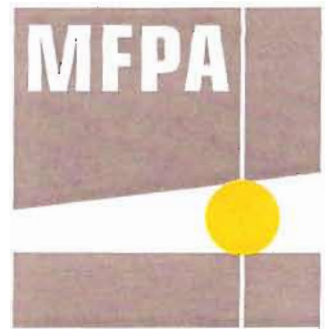




DAP-PL-4077.99

Durch die DAP GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren, welche unter www.MFPA-Leipzig.de eingesehen werden kann.



Geschäftsbereich V – Tiefbau

Geschäftsbereichsleiter: Prof. Dr.-Ing. Olaf Selle

Arbeitsgruppe 5.1 –Bauwerksabdichtung

Prüfbericht

PB 5.1/08-358/1

vom 15.12.2009

1. von 3 Ausfertigungen

Gegenstand:	<i>DRYZONE –</i> Prüfung der Wirksamkeit des Injektionsstoffes als nachträgliche horizontale Abdichtung gegen kapillare Wasseraufnahme im Mauerwerk
Auftraggeber:	Wagener Bauartikel GmbH Senator-Allerheiligen Straße 1 28197 Bremen
Probeneingang:	14.01.2009
Probeneingangsnummer:	679 (Charge: 101009)
Prüfzeitraum:	Januar - Dezember 2009
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Jüling

Dieser Prüfbericht besteht aus 6 Seiten und 2 Anlagen.

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH. Als rechtsverbindliche Form gilt die Schriftform mit Originalunterschriften und Originalstempel des/der Zeichnungsberechtigten. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der MFPA Leipzig GmbH.

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt
für das Bauwesen Leipzig mbH
Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Frank Dehn
Sitz: Hans-Weigel-Straße 2b · D - 04319 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341/65 82-140
Fax: +49 (0) 341/65 82- 199
E-Mail: abdichtung@mfpaleipzig.de

Handelsregister: Amtsgericht Leipzig
HRB 177 19
Ust.-Nr.: DE 813200649
Bankverbindung: Sparkasse Leipzig
Kto.-Nr 1100 560 781
BLZ 860 555 92

1 Aufgabenstellung

Das von der Firma Wagener Bauartikel GmbH angebotene Injektionsmittel *DRYZONE* soll hinsichtlich seiner Wirksamkeit als nachträgliche Horizontalsperre zur Reduzierung des kapillaren Feuchtetransportes in Mauerwerk untersucht werden. Die Grundlage für die Wirksamkeitsprüfung stellt das WTA - Merkblatt 4-4-04/D¹ dar.

1 Grundlagen

1.1 Injektionsstoff

Bei dem zu prüfenden Injektionsstoff *DRYZONE* handelt es sich nach Aussagen des Auftraggebers um eine konzentrierte, viskose Silan / Siloxan-Emulsionscreme, die zu einem wasserabweisenden Harz aushärtet.

DRYZONE besitzt im Verarbeitungszustand eine milchige Färbung. Der in 600 ml Schlauchbeuteln gelieferte Injektionsstoff (Chargennummer: 101009) wird mit einer Kartuschenpistole in das Mauerwerk injiziert.

1.2 Prüfkörper und Prüfbedingungen

Gegenstand der Untersuchungen ist die Wirksamkeit des Injektionsstoffes in unterschiedlich durchfeuchtetem Mauerwerk. In Vorbereitung der Prüfung wurden vier Mauerwerksprüfkörper entsprechend WTA - Merkblatt, Abschnitt 3.2.1.4, Abb. 4 unter Verwendung der angegebenen Ziegel und Mörtelrezeptur mit Gesamtabmessungen von 74 x 57 x 24 [cm] angefertigt. Die Ziegelcharge besaß folgende Eigenschaften:

• Ziegelart	Handformziegel Muhr VMz-12-1,6-NF
• mittlere Abmessungen	239 x 113 x 72 [mm]
• Ziegelrohichte nach DIN 105, Teil 1	$\rho_f = 1,51 \text{ g/cm}^3$
• Druckfestigkeit nach DIN 105, Teil 1	$\beta_{ST} = 20,0 \text{ N/mm}^2$
• Wasseraufnahme	13,9 Masse - %

¹ WTA Merkblatt 4-4-04/D, „Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit“, WTA e.V., Baierbrunn

Zusätzlich zu den großen Prüfkörpern wurden drei 6-Steinprüfkörper angefertigt, mit denen das für die Wirksamkeitsprüfung verwendete Messgerät kalibriert wurde. In Absprache mit dem Auftraggeber wurden folgende Prüfbedingungen gewählt:

Applikation:	drucklose Injektion mit einer Handpistole durch einen Vertreter des Auftraggebers im Beisein von MFPA Mitarbeitern
Injektionsdruck:	ohne
Verdämmung:	ohne
Durchfeuchtungsgrade:	60 %, 80 % und 95 % (Tabelle 1, WTA Merkblatt 4-4-04/D)
Bohrraster:	einreihig
Reihenabstand:	entfällt
Bohrlochabstand:	12,5 cm
Bohrwinkel:	0° (horizontal)
Bohrlänge:	ca. 23 cm
Bohrlochdurchmesser:	12 mm
Vorbehandlung:	ohne
Injektionsdauer:	je Bohrloch ca. 1 min
Wirksamkeitsprüfung:	Feuchtemessung mit Mikrowellenmesstechnik
Wirkprinzip:	hydrophobierend (Wirkprinzip 3 nach WTA Merkblatt)

Folgende Prüfkörper wurden injiziert:	PK 1: DFG: 80 %
	PK 2: DFG: 60 %
	PK 3: DFG: 95 %

Der unter der Bezeichnung PK 4 verwendete und zu 95 % durchfeuchtete Mauerwerkskörper diente als Referenzprüfkörper. Er wurde nicht injiziert aber den gleichen Prüfbedingungen unterworfen.

2 Beschreibung der durchgeführten Prüfungen

2.1 Injektion der Prüfkörper

Zum Injektionszeitpunkt waren die zu injizierenden Prüfkörper drei Monate alt. Nach einer einmonatigen Konditionierung und Trocknung erfolgte in den folgenden zwei Monaten zunächst an allen Prüfkörpern die Einstellung der Sättigungsfeuchte, indem die Prüfkörper mit langsam ansteigendem Wasserstand in einen entsprechend großen Behälter getaucht wur-

den. Während die Prüfkörper 1 und 2 anschließend bis zum Erreichen einer zuvor berechneten Masse getrocknet wurden, erhielten die Prüfkörper 3 und 4 eine luftdichte Umhüllung, in der sie bis zum Beginn der Prüfungen verblieben, Anlage 1, Bild 1. Nach der Einstellung des Durchfeuchtungsgrades wurden in die zu injizierenden Prüfkörper durch den Vertreter des Auftraggebers schlagfrei und vorsichtig mit einer Tiefe von etwa 22 cm die für die Applikation des Injektionsstoffes erforderlichen Bohrungen eingebracht, Anlage 1, Bild 2. Vereinzelt kam es dabei auf der Rückseite des Mauerwerks zu Ausbrüchen des Fugenmörtels. Die Ausbrüche wurden vom Verarbeiter mit Kunststoffstopfen verschlossen, um einen unkontrollierten Materialaustritt während der anschließenden Injektion auszuschließen. Auf eine Verdämmung der Fugen wurde verzichtet.

Das in den Bohrkanälen verbliebene Bohrmehl wurde mit einer Flaschenbürste entfernt. In die so gesäuberten Bohrkanäle wurde die Emulsionscreme *DRYZONE* mit Hilfe der Kartuschenpistole injiziert. Die Injektion erfolgte so, dass das an der Kartuschenpistole angeschlossene Injektionsrohr bis an das Ende des Bohrkanals geführt wurde und das Material während des langsamen Herausziehens des Injektionsrohrs somit nahezu fehlerstellenfrei eingebracht werden konnte, Anlage 1, Bilder 3 bis 5. Je Bohrkanal können im Idealfall ca. 25 ml *DRYZONE* injiziert werden. Über die Wägung der mit einem *DRYZONE*-Schlauchbeutel bestückten Kartuschenpistole vor und nach der Injektion der jeweiligen Probekörper ließ sich die tatsächlich eingebrachte Materialmenge genau ermitteln.

Folgende Mengen wurden vom Auftraggeber injiziert:	PK 1:	154 g
	PK 2:	97 g
	PK 3:	165 g

Am folgenden Tag erfolgte der Bohrlochverschluss mit einem Kalkmörtel und die luftdichte Umhüllung von drei vertikalen Flächen mit einer Schrumpffolie über einen Zeitraum von 7 Tagen sowie das Auffüllen des Wassers in den wannenartigen Trägern. Nach Ablauf der 7 Tage wurden die Prüfkörper allseitig umhüllt und mit der Nullmessung die Wirksamkeitsprüfung begonnen.

2.2 Wirksamkeitsprüfung

Während der Wirksamkeitsprüfung stehen alle fünf Probekörper so im Wasserbad, dass die halbe untere Ziegelschicht mit Wasser bedeckt ist. In regelmäßigen Zeitintervallen wird an zuvor gekennzeichneten Messpunkten (je drei Messpunkte in der 1., 2., 3., 4. und 5. Ziegelschicht von oben, vor- und rückseitig) die Feuchtigkeitsverteilung (Feuchteindizes) mit einem

Mikrowellenmessgerät gemessen, Anlage 1, Bild 6. Aus allen zu einem Zeitpunkt an einem Prüfkörper gemessenen Werten wird der Mittelwert gebildet. Die Beurteilung der Wirksamkeit erfolgt auf der Grundlage des Vergleichs zwischen Referenzprüfkörper und injizierten Prüfkörpern mit der Beurteilung der Verringerung des Feuchtegehaltes. Der Vergleichswert des Referenzprüfkörpers wird nach einer Prüfdauer von 60 Tagen ermittelt.

3 Ergebnisse und Bewertung

Die Prüfung der Wirksamkeit der durch Injektion eingebrachten nachträglichen Horizontalsperre gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit erfolgte über vergleichende Feuchtemessungen. Die nachfolgende Tabelle fasst die wesentlichen Messdaten zunächst für die bei einem Durchfeuchtungsgrad von 95 % geprüften Prüfkörper zusammen. Die anderen Prüfkörper werden vereinbarungsgemäß weiter geprüft, um die maximal mögliche Abtrocknung unter den gewählten Applikationsbedingungen zu ermitteln. Die in der Tabelle 1 angegebenen Werte stellen Mittelwerte des gesamten Prüfkörpers oberhalb der unteren beiden Ziegelschichten dar. In Anlage 2 sind die Ergebnisse der zerstörungsfreien Feuchtemessungen graphisch dargestellt. Nach Beendigung des Versuchszeitraumes wurde der Prüfkörper demontiert. Bei der Demontage wurde festgestellt, dass in einigen Bohrungen Reste der Injektionscreme teilweise noch vorhanden waren, Anlage 1, Bilder 7 und 8.

Aus der 1., 2., der 3., 4. und 5. Ziegelschicht von oben wurde jeweils an einem Ziegel im Darrversuch der Feuchtegehalt ermittelt und dient zusammen mit den an den 6-Stein-Prüfkörpern ermittelten Vergleichswerten der Umrechnung der Feuchteindizes auf relative Feuchtigkeiten.

Tabelle 1: Prüfergebnisse

Zeit	Prüfkörper 3 (95 %)	rel. Feuchtegehalt [%]	Referenzprüfkörper	rel. Feuchtegehalt [%]
Beginn Wirksamkeitsprüfung	1507	13,0 %	1505	13,0 %
60 - Tage - Wert	1148	10,4 %	1261	11,6 %
90 - Tage - Wert	1104	10,0 %	---	---
150 - Tage - Wert	876	7,5 %	---	---
290 - Tage - Wert	762	5,7 %	---	---
Darrprüfung 1., 2., 3., 4. Steinreihe von oben, Mittelwert	---	5,4 %	---	---


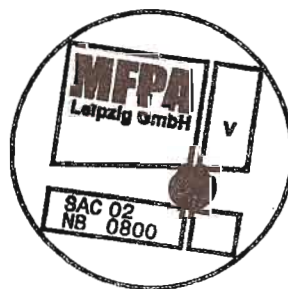
Die dargestellten Prüfergebnisse zeigen, dass durch die Injektion der Emulsionscreme *DRY-ZONE* in sättigungsfeuchtem Mauerwerk eine deutliche Verringerung der kapillaren Wasseraufnahme stattfindet. Der Bezugswert des Referenzprüfkörpers beträgt nach 60 Tagen 11,6 %. Das Wirksamkeitskriterium - Abnahme des relativen Feuchtegehaltes um ca. 50 % - wird vom Prüfkörper 3 (95 % DFG) nach einem Zeitraum von 290 Tagen Versuchsdauer mit einem relativen Feuchtegehalt von 5,7 % erreicht. Die Prüfung der Prüfkörper 1 und 2, die mit geringeren Durchfeuchtungsgraden injiziert wurden, wird noch bis zur maximal möglichen Trocknung fortgeführt.

Wie der Kurvenverlauf (Anlage 2) zeigt, findet nach einem relativ raschen Abfall der Werte eine langsame Abtrocknung oberhalb der Horizontalsperre statt. Das wird durch die Ergebnisse der Darrprüfung bestätigt. Der damit zerstörend ermittelte Feuchtegehalt liegt etwas unterhalb des zerstörungsfrei ermittelten Feuchtegehaltes, da in diese Messungen auch die injizierte Steinreihe mit eingeht.

Im Ergebnis der Wirksamkeitsprüfung auf der Grundlage des WTA - Merkblattes¹ kann festgestellt werden, dass die kapillare Wasseraufnahme von wassergesättigtem Ziegelmauerwerk durch die drucklose Injektion von *DRYZONE* reduziert werden kann. Eine völlige Austrocknung findet unter den gewählten Umgebungsbedingungen (starke Behinderung der Austrocknung durch allseitige Umhüllung der senkrechten Flächen) im betrachteten Zeitraum nicht statt. Bei der Übertragung der Ergebnisse auf praktische Anwendungsfälle ist zu beachten, dass der Trocknungszeitraum neben der Bauteilgeometrie stark von den Trocknungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Luftaustausch) beeinflusst wird. Es wird empfohlen, den Trocknungsprozess durch flankierende Maßnahmen zu unterstützen.

Leipzig, den 15.12.2009



Prof. Dr.-Ing. Selle
Geschäftsbereichsleiter

Dipl.-Ing. Jüling
Bearbeiter



Bild 1: Mauerwerksprüfkörper während der Konditionierung zur Einstellung des Durchfeuchtungsgrades



Bild 2: Bohren der Injektionskanäle



Bild 3: Injektion von *DRYZONE*

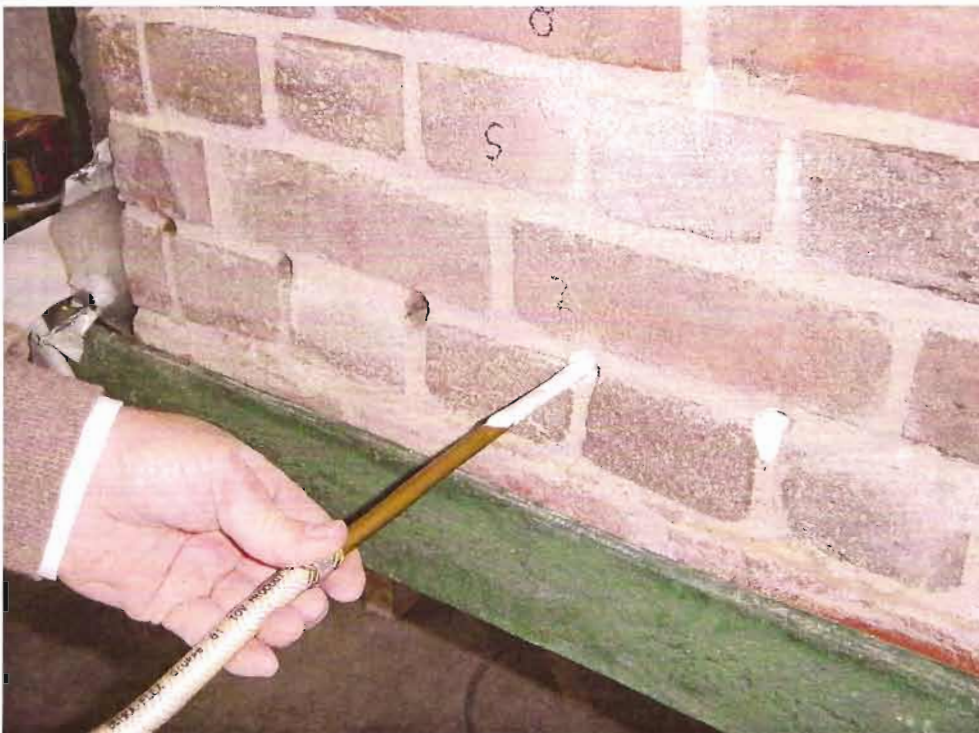


Bild 4: Langsames Herausziehen des Injektionsrohres während des Einbringens der Emulsionscreme zur Gewährleistung der vollständigen Füllung des Injektionskanals



Bild 5: Prüfkörper nach Abschluss der Injektion



Bild 6: Feuchtemessung mit dem Mikrowellenmessgerät



Bild 7: Demontage des Prüfkörpers in Höhe der Injektionsebene

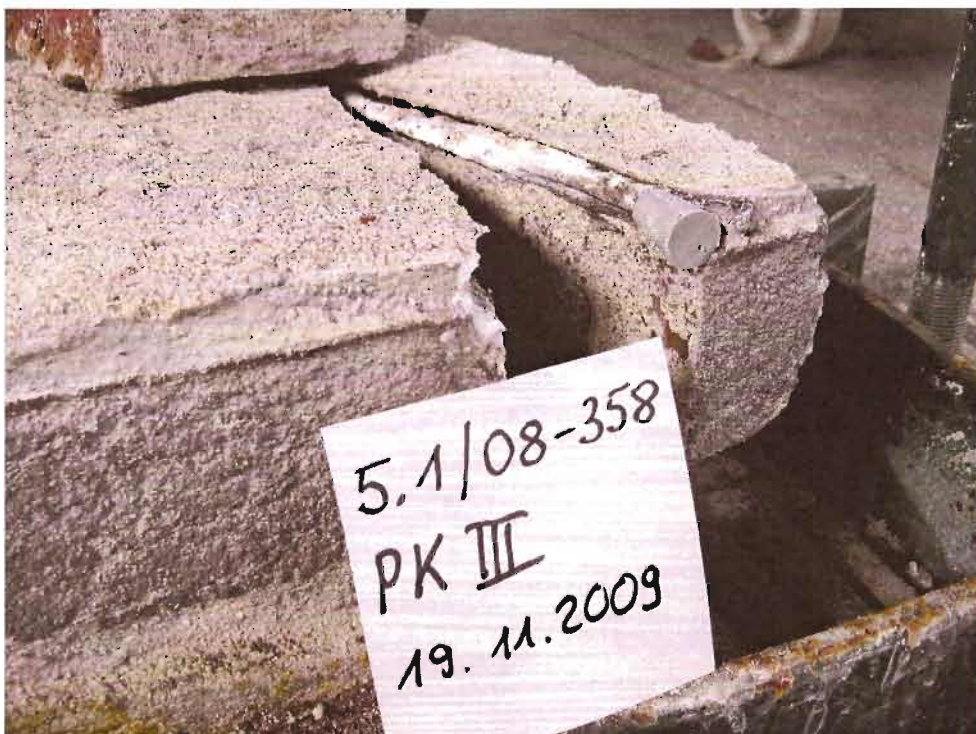


Bild 8: Detail Injektionskanal nach der Prüfung

