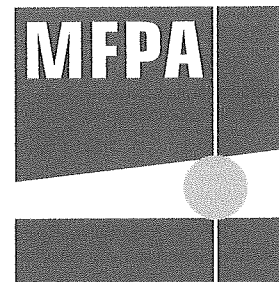


MFPA Leipzig GmbH
Prüf-, Überwachungs- und
Zertifizierungsstelle nach
Landesbauordnung (SAC 02)



Bereich: Konstruktiver Ingenieurbau

Bereichsleiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter

Arbeitsgruppe: Bauwerksabdichtung

Untersuchungsbericht

Nr. U 2.2 / 04 - 364

vom 18.07.2005, 1. von 4 Ausfertigungen

Gegenstand: Wirksamkeitsprüfung von INTRASIT[®] Verkieselung
nach WTA - Merkblatt 4-4-03/D

Auftraggeber: Heinrich Hahne GmbH & Co. KG
Heinrich - Hahne - Weg 11
D 45711 Datteln

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jüling

Auftrag:
26.03.2004

Zeichen
Vo-re

Eingang
30.03.2004

Dieser Untersuchungsbericht besteht aus 7 Seiten und 2 Anlagen.

Dieser Untersuchungsbericht darf nur ungekürzt verwendet werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH.

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt
für das Bauwesen Leipzig mbH
Sitz: Hans-Weigel-Straße 2 b · 04319 Leipzig

Postanschrift: PF 74 11 06
04323 Leipzig
Telefon: 03 41 / 65 82-120
Fax: 03 41 / 65 82-199
e-Mail: abdichtung@mfpa-leipzig.de

Geschäftsführer:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Dr.-Ing. Frank Dehn,
Dipl.-Phys. Ingolf Kotthoff

Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 17719

Bankverbindung:
Sparkasse Leipzig
BLZ: 860 555 92 Kt.-Nr.: 1100 560 781

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen	3
2.1	Injektionsmittel	3
2.2	Prüfkörper und Prüfbedingungen	3
3	Beschreibung der durchgeführten Prüfungen	4
3.1	Injektion der Prüfkörper	4
3.2	Wirksamkeitsprüfung	5
4	Ergebnisse und Bewertung	5

Anlage 1 Fotodokumentation

Anlage 2 Grafische Darstellung der Messergebnisse

1 Aufgabenstellung

Das von der Firma Heinrich Hahne GmbH angebotene Injektionsmittel INTRASIT® Verkieselung soll hinsichtlich seiner Wirksamkeit als nachträgliche Horizontalsperre zur Reduzierung des kapillaren Feuchttransportes in Mauerwerk untersucht werden. Die Grundlage für die Wirksamkeitsprüfung stellt das WTA - Merkblatt 4-4-03/D¹ dar.

2 Grundlagen

2.1 Injektionsmittel

Bei dem zu prüfenden Injektionsmittel INTRASIT® Verkieselung der Fa. Heinrich Hahne GmbH handelt es sich um ein einkomponentiges, lösemittelfreies Kombinationsprodukt, das anwendungsfertig in unterschiedlichen Gebindegrößen angeboten wird. Es wird drucklos über sogenannte Tröpfelbehälter in zuvor anzulegende Bohrlöcher eingebracht. Es besitzt nach Herstellerangabe folgende wesentlichen Eigenschaften:

Farbe:	gelb, klar
Verbrauch:	ca. 5 kg/m bei 30 cm Wandstärke
Wirkungsweise:	hydrophobierend / kapillarverengend, verfestigend

Für die Prüfung wurden vom Auftraggeber INTRASIT® Verkieselung in zwei 12 l - Kanistern sowie Tröpfelbehälter mit einem jeweiligen Fassungsvermögen von ca. 700 ml in der benötigten Anzahl zur Verfügung gestellt.

2.2 Prüfkörper und Prüfbedingungen

In Vorbereitung der Prüfung wurden drei Mauerwerksprüfkörper entsprechend WTA - Merkblatt, Abschnitt 3.2.1.4, Abbildung 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
• mittlere Abmessungen	239 x 113 x 72 [mm]

¹ WTA Merkblatt 4-4-03, „Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit“, WTA e.V., Baierbrunn

- Ziegelrohddichte nach DIN 105, Teil 1 $\rho_f = 1,52 \text{ g/cm}^3$
- Druckfestigkeit nach DIN 105, Teil 1 $\beta_{ST} = 22,9 \text{ N/mm}^2$
- mittlere Wasseraufnahme 10 - 15 Masse - %

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

Applikation:	über Vorratsbehälter
Injektionsdruck:	drucklos
Durchfeuchtungsgrad:	60 % \pm 10 % (Tabelle 1, WTA Merkblatt 4-4-03/D)
Bohrraster:	zweireihig
Bohrlochabstand:	13 bis 15 cm
Bohrwinkel:	35° gegen die Horizontale nach unten geneigt; Anlage 1, Bild 1
Bohrlänge:	25 cm
Bohrlochdurchmesser:	18 mm
Tränkungsdauer:	nach Verbrauch, durchschnittlich 2 Tage
Wirksamkeitsprüfung:	Feuchtemessung mit Mikrowellenmesstechnik

3 Beschreibung der durchgeführten Prüfungen

3.1 Injektion der Prüfkörper

Zum Injektionszeitpunkt waren die zu injizierenden Prüfkörper 5 Monate alt. Nach einer 1-monatigen Konditionierung und Trocknung erfolgte in den folgenden vier Monaten die Einstellung des Durchfeuchtungsgrades. Tabelle 1 enthält die vor der Injektion zerstörungsfrei über Wägung und Feuchtemessungen ermittelten relativen Feuchtegehalte.

Tabelle 1: Durchfeuchtung der Prüfkörper vor Injektionsbeginn

Eigenschaft	Prüfkörper 1	Prüfkörper 2	Referenzprüfkörper
relativer Feuchtegehalt [%] vor der Injektion	8,0	8,5	8,3
Durchfeuchtungsgrad [%]	62	65	64

Die Applikation von INTRASIT Verkieselung erfolgte drucklos über Vorratsbehälter mit eingesetztem Kunststoffröhrchen, Anlage 1, Bilder 2 bis 4. Ein Teil des Materials trat über Fugen aus dem Prüfkörper wieder aus. Aus diesem Grund wurden die Tröpfelbehälter 24 h nach Beginn der Beaufschlagung zum Teil nachgefüllt. Nach einer zweitägigen Beaufschlagungszeit nahm der Prüfkörper kein Material mehr auf und die Applikation wurde beendet, Anlage 1, Bild 5. Durchschnittlich wurde je Prüfkörper eine Materialmenge zwischen 2 und 3 l aufgenommen, wobei der Prüfkörper 2 mit dem etwas höheren Durchfeuchtungsgrad weniger Injektionsstoff aufnahm. Nach dem Entfernen der Tröpfelbehälter erfolgte der Bohrlochverschluss mit einem Kalkmörtel und die sofortige luftdichte Umhüllung der vertikalen Flächen mit einer Schrumpffolie. Zwei Tage später wurde mit der Wirksamkeitsprüfung begonnen.

3.2 Wirksamkeitsprüfung

Während der Wirksamkeitsprüfung stehen alle drei Probekörper so im Wasserbad, dass die halbe untere Ziegelschicht mit Wasser bedeckt ist. Anschließend wird wöchentlich an zuvor gekennzeichneten Messpunkten (je drei Messpunkte in der 3., 4., 5., 6. und 7. Ziegelschicht von unten, 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. Zur Überprüfung des Verhaltens unter praxisrelevanten Umgebungsbedingungen wurde an den beiden injizierten Prüfkörpern für 14 Tage (25. bis 27. Woche) die bis dahin vierseitige Folienumhüllung an einer Seite entfernt, so dass neben der Prüfkörperoberseite eine weitere Fläche für die Verdunstung zur Verfügung stand.

Die Beurteilung der Wirksamkeit erfolgt auf der Grundlage des Vergleichs zwischen Referenzprüfkörper und injizierten Prüfkörpern. Der Vergleichswert des Referenzprüfkörpers wird nach einer Prüfdauer von 60 Tagen ermittelt.

4 Ergebnisse und Bewertung

Die Prüfung der Wirksamkeit der durch Injektion eingebrachten nachträglichen Horizontalsperre gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit erfolgte über die vergleichenden Feuchtemessungen an den injizierten Prüfkörpern und dem Referenzprüfkörper. Nach Beendigung des Versuchszeitraumes wurden alle drei Prüfkörper demontiert. Aus jeder Ziegelschicht wurde an einem Ziegel im Darrversuch der Feuchtegehalt ermittelt.

Zusammen mit der vor Beginn der Prüfungen an den 6-Stein Prüfkörpern vorgenommenen Kalibrierung erfolgte die Umrechnung der Feuchteindizes in einen relativen Feuchtegehalt. Die nachfolgende Tabelle fasst die wesentlichen Messdaten zusammen. Alle angegebenen Werte stellen Mittelwerte des gesamten Prüfkörpers oberhalb der unteren beiden Ziegelschichten dar. In Anlage 2 sind die Messergebnisse graphisch dargestellt.

Tabelle 2: Prüfergebnisse

Zeit	rel. Feuchtegehalt [%]		
	Prüfkörper 1	Prüfkörper 2	Referenzprüfkörper
vor der Injektion	8,0	8,5	8,3
Beginn der Wirksamkeitsprüfung ¹⁾	8,3	8,7	8,2
60 - Tage - Wert	5,1	5,2	7,9
90 - Tage - Wert	4,6	4,8	---
130 - Tage - Wert	4,3	4,6	---
160 - Tage - Wert	3,6	4,0	---
250 - Tage - Wert	2,3	3,9	---
310 - Tage - Wert	2,0	3,8	---
<i>3. Steinreihe von oben, Mitte; Darrprüfung an einem Einzelstein</i>	<i>1,18</i>	<i>3,46</i>	<i>7,08</i>

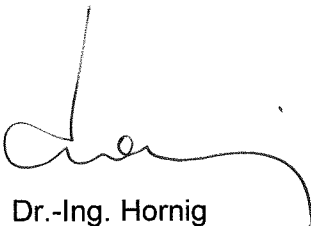
¹⁾ Durch die Injektion von IINTRASIT[®] Verkieselung erhöht sich der über Wägung der Prüfkörper ermittelte rel. Feuchtegehalt

Der Bezugswert des Referenzprüfkörpers beträgt nach 60 Tagen 7,9 %. Das Wirksamkeitskriterium -Abnahme des relativen Feuchtegehaltes um ca. 50 % wird von Prüfkörper 1 nach etwa 145 Tagen und von Prüfkörper 2 nach etwa 220 Tagen erfüllt. Die Trocknungstendenz setzt sich an beiden injizierten Prüfkörpern auch während der nächsten Wochen weiter fort. Der höhere Durchfeuchtungsgrad von Prüfkörper 2 bedingte offensichtlich eine geringere Aufnahme des Injektionsstoffes. Das ließ sich bereits bei der Injektion feststellen und bestätigte sich auch im Verlauf der Wirksamkeitsprüfung.

Die Entfernung einer Seite der Folienumhüllung von der 25. bis zur 27. Woche führte zu einer Beschleunigung des Trocknungsprozesses, der sich nach der erneuten vollständigen Umhüllung mit der vorher beobachteten geringeren Tendenz jedoch weiter fortsetzte.

Im Ergebnis der Wirksamkeitsprüfung auf der Grundlage des WTA - Merkblattes¹ kann festgestellt werden, dass die kapillare Wasseraufnahme von Ziegelmauerwerk durch die drucklos eingebrachte INTRASIT[®]Verkieselung deutlich reduziert werden kann.

Für einen Durchfeuchtungsgrad von $DFG \leq 60 \%$ wurde für den Injektionsstoff INTRASIT[®]Verkieselung bei druckloser Injektion die Wirksamkeit als nachträgliche Horizontalsperre gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit nachgewiesen.



Dr.-Ing. Hornig
Arbeitsgruppenleiterin



Dipl.-Ing. Jüling
Bearbeiter



Bild 1: Anlegen der Bohrkanäle



Bild 2: Anpassen der Kunststoffröhrchen an die Bohrlochlänge



Bild 3: Einsetzen der Tröpfelbehälter und Probefüllung



**Bild 4:
Befüllung der Vorratsbehälter
mit INTRASIT Verkieselung**



Bild 5: Füllstand nach 2 Tagen Beaufschlagung - Beendigung Applikation

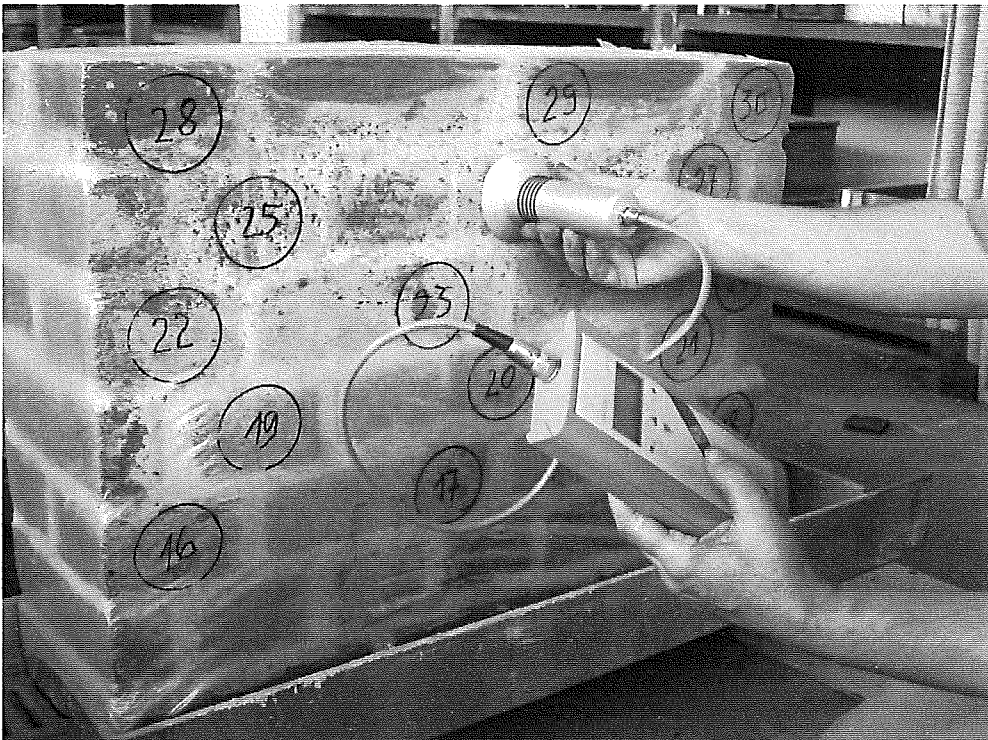


Bild 6: Zerstörungsfreie Feuchtemessung mit Mikrowellenfeuchtemessgerät

Intrasit drucklos bei 60 % DFG

