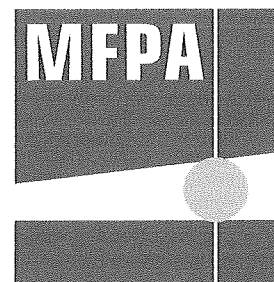


MFPA Leipzig GmbH
PÜZ Stelle nach
Landesbauordnung (SAC 02) und
Bauproduktengesetz (NB 0800)



Bereich II: Konstruktiver Ingenieurbau
Bereichsleiter: Prof. Dr.-Ing. Olaf Selle
Arbeitsgruppe: Bauwerksabdichtung

Untersuchungsbericht

Nr. U 2.2 / 04 - 364/2

vom 06.01.2006, 1. von 4 Ausfertigungen

Gegenstand: Wirksamkeitsprüfung von drucklos eingebrachter
INTRASIT[®]MEK Siliconmikroemulsion bei DFG 80 %
in Anlehnung an das 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 einer Anlage.

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

Geschäftsführer:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter,
Dr.-Ing. Frank Dehn

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

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	Injektionsstoff	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	6

Anlage 1 Fotodokumentation

1 Aufgabenstellung

Das von der Firma Heinrich Hahne GmbH angebotene Injektionsmittel INTRASIT[®]MEK soll hinsichtlich seiner Wirksamkeit als nachträgliche Horizontalsperre zur Reduzierung des kapillaren Feuchttransportes in Mauerwerk untersucht werden. Die durchzuführende Wirksamkeitsprüfung erfolgt in Anlehnung an das WTA - Merkblatt 4-4-03/D¹.

2 Grundlagen

2.1 Injektionsstoff

Bei dem zu prüfenden Injektionsstoff INTRASIT[®]MEK der Fa. Heinrich Hahne GmbH handelt es sich nach Angaben des Herstellers um eine lösemittelfreie, hydrophobierende Silicon - Microemulsion. Es kann drucklos oder im Niederdruckverfahren ($p < 10$ bar) in zuvor anzulegende Bohrlöcher in Mauerwerk injiziert werden. Die drucklose Injektion, die auch bei der Prüfung zur Anwendung kommen sollte, erfolgt über sogenannte Tröpfelbehälter. INTRASIT[®]MEK besitzt nach Herstellerangabe folgende wesentlichen Eigenschaften:

Farbe:	milchig, hellgelb	
Mischungsverhältnis:	MEK : Wasser = 1 : 10	bei hoher Durchfeuchtung
	MEK : Wasser = 1 : 14	bei geringer Durchfeuchtung
Verbrauch:	ca. 0,5 l/m bei 30 cm Wandstärke Kalksandstein	
Wirkungsweise:	hydrophobierend	

Für die Prüfung wurden vom Auftraggeber INTRASIT[®]MEK 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

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

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]
• 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 vor Prüfbeginn entsprechend kalibriert wurde. In Absprache mit dem Auftraggeber wurden folgende Prüfbedingungen gewählt:

Applikation:	über Vorratsbehälter
Mischungsverhältnis:	1 kg Konzentrat : 10 kg Wasser
Injektionsdruck:	drucklos
Durchfeuchtungsgrad:	• 80 % \pm 10 % (Tabelle 1, WTA Merkblatt 4-4-03/D)
Bohraster:	zweireihig
Bohrlochabstand:	13 bis 15 cm
Bohrwinkel:	35° gegen die Horizontale nach unten geneigt; Anlage 1, Bilder 1 und 2
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	10,4	11,0	11,2
Durchfeuchtungsgrad [%]	80	85	86

Die Applikation von INTRASIT MEK erfolgte drucklos über Vorratsbehälter mit eingesetztem Kunststoffröhrchen, Anlage 1, Bild 3. 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. Durchschnittlich wurde je Prüfkörper eine Materialmenge zwischen 1,9 und 2,8 l aufgenommen, wobei der Prüfkörper 2 mit dem etwas höheren Durchfeuchtungsgrad deutlich 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 4. 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 über den Vergleich der Feuchtegehalte der injizierten Prüfkörper und dem nicht injizierten Referenzprüfkörper über einen Zeitraum von

sechs Monaten. 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 Horizontal-sperre gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit erfolgte über die vergleichenden Feuchtemessungen an den injizierten Prüfkörpern und dem Referenzprüfkörper. 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 beiden unteren Ziegelschichten dar.

Tabelle 2: Prüfergebnisse

Zeit	rel. Feuchtegehalt [%]		
	Prüfkörper 1	Prüfkörper 2	Referenzprüfkörper
vor der Injektion	10,4	11,0	11,2
Beginn der Wirksamkeitsprüfung ¹⁾	10,6	11,1	11,1
nach 6 Wochen	10,0	10,6	10,9
nach 12 Wochen	9,5	10,2	10,8
nach 23 Wochen	8,4	9,6	---
nach 25 Wochen	7,2	9,3	---
nach 36 Wochen	6,9	9,0	---

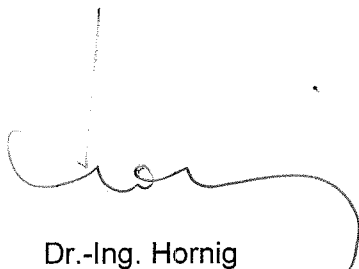
¹⁾ Durch die Injektion von INTRASIT® MEK erhöht sich der ermittelte rel. Feuchtegehalt

Im Vergleich zum Referenzprüfkörper lässt sich beim Feuchtegehalt der beiden injizierten Prüfkörper bereits nach 6 Wochen ein deutlicher Unterschied feststellen. Die kontinuierliche Abnahme des Feuchtegehaltes war während des gesamten Versuchsverlaufes zu beobachten. Der anfänglich höhere Durchfeuchtungsgrad von Prüfkörper 2 führte einer-

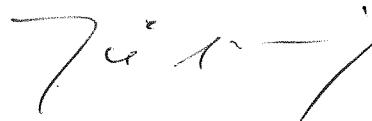
seits zu einer geringeren Aufnahme des Injektionsstoffes und zeigte dadurch bedingt auch eine geringere Trocknungstendenz als Prüfkörper 1.

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 langsam aber kontinuierlich weiter fortsetzte. Im Ergebnis der Wirksamkeitsprüfung kann festgestellt werden, dass die kapillare Wasseraufnahme von Ziegelmauerwerk mit einem DFG von $\leq 80\%$ durch drucklos eingebrachte INTRASIT[®] MEK - Siliconmikroemulsion messbar reduziert werden kann.

Zu berücksichtigen ist, dass die Geschwindigkeit der Trocknungsprozesse in starkem Maße von den Umgebungsbedingungen abhängig ist. Eine Beschleunigung der Wirksamkeit kann über flankierende Trocknungsmaßnahmen erreicht werden.



Dr.-Ing. Hornig
Arbeitsgruppenleiterin



Dipl.-Ing. Jüling
Bearbeiter



Bild 1
Anlegen der Bohrkanäle in das
Mauerwerk mit DFG 80 %

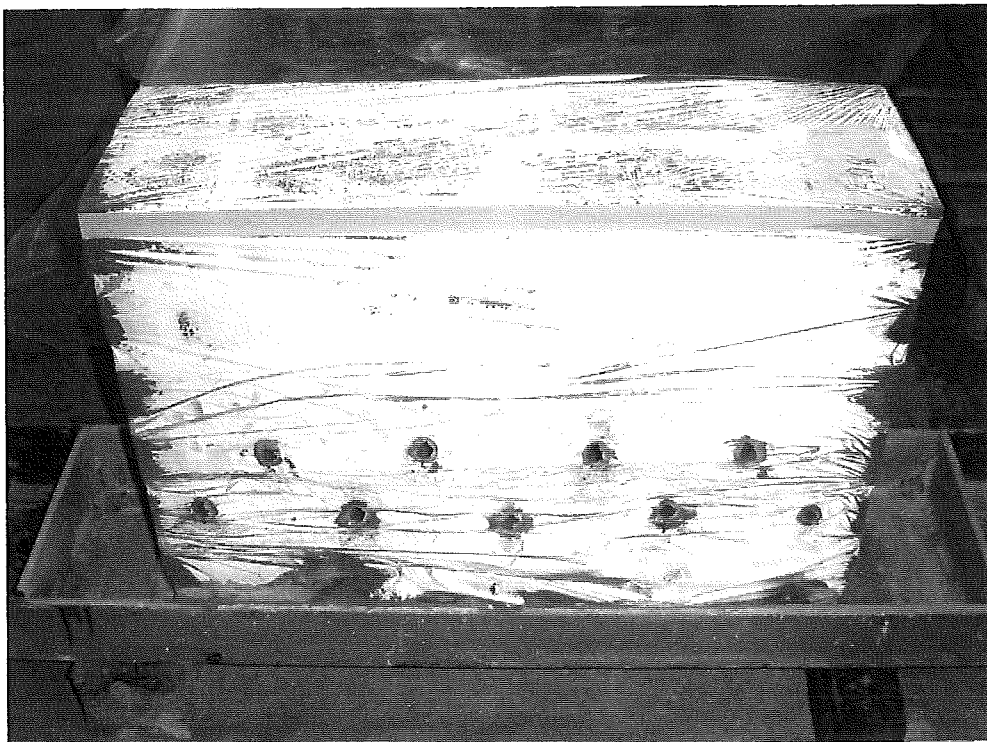


Bild 2: Anordnung der Bohrkanäle zum Injizieren vor der Applikation

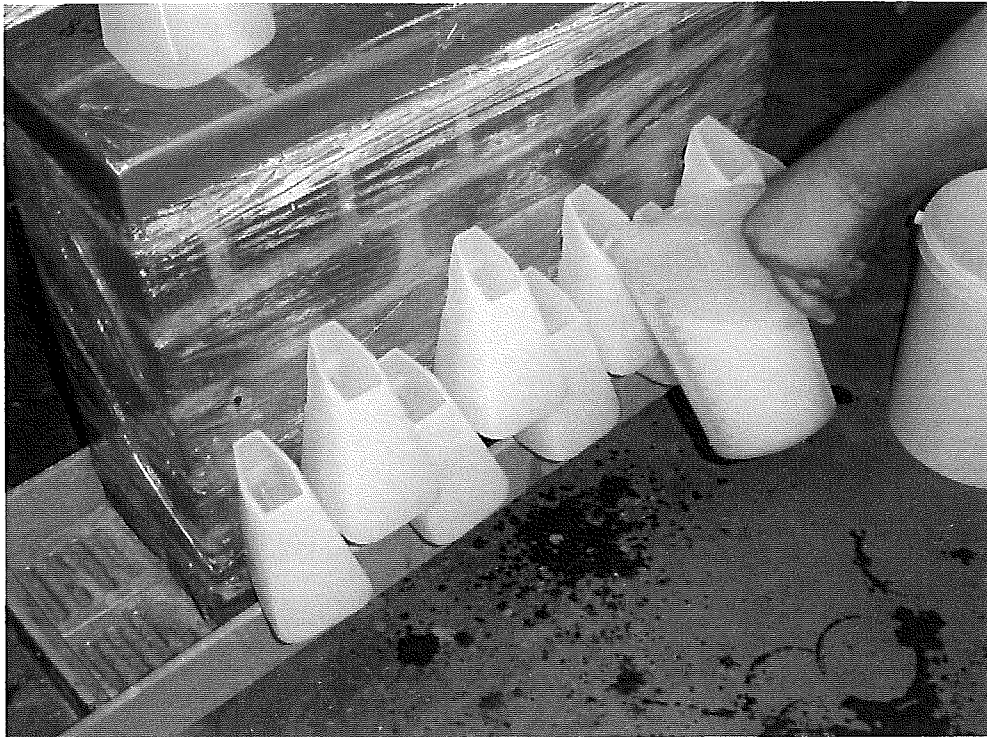


Bild 3: Füllen der Tröpfelbehälter mit INTRASIT MEK

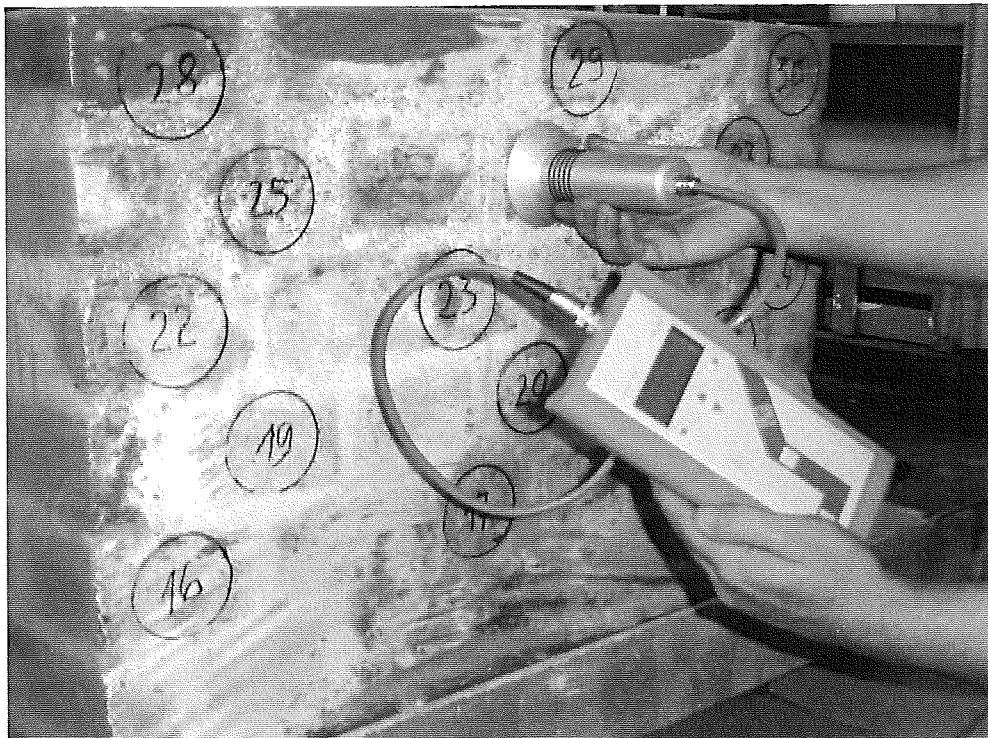


Bild 4: Zerstörungsfreie Feuchtemessung mit Mikrowellenmesstechnik