

MATERIALFORSCHUNGS- UND PRÜFUNGSANSTALT FÜR DAS BAUWESEN LEIPZIG e.V.



ANERKANNTE PRÜFSTELLE FÜR BAUSTOFFE, BAUTEILE UND BAUARTEN

Wissenschaftlicher Direktor: Univ.-Prof. Dr. Ing. habil. R. Thiele Geschäftsführer: Dr.-Ing. H. Meichsner

Abteilung Massivbau
Leiter: Dr. Ing. Heinz Meichsner

Untersuchungsbericht

Nr. UU II / 99 - 187

vom 28.04.2000, 1. Ausfertigung

Gegenstand: Anwendungstechnische Prüfung des P400-Injektionssystems zur Abdichtung von Arbeitsfugen

Auftraggeber: BETOMAX – Kunststoff- und Metallwarenfabrik GmbH & Co. KG
Dyckhofstraße 1
D-41460 Neuss

Auftrag vom: 02.09.1999 **Zeichen:** ws-hsc **Eingang:** 02.09.1999

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jüling

Dieser Untersuchungsbericht besteht aus 5 Seiten und 2 Anlagen.

Dieser Untersuchungsbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig e.V.

Postanschrift: PF 132, 04252 Leipzig

Sitz: Hans-Weigel-Straße 2b, 04439 Engelsdorf
Tel.: 0341/6582-120
Fax: 0341/6582-199
E-Mail: mfpa.leipzig.massivbau@t-online.de

Vereinsregister Amtsgericht Leipzig Nr. VR 2948

Bankverbindung: Sparkasse Leipzig
Konto-Nr.: 1100107700
BLZ: 860 555 92

1 Aufgabenstellung

Im Rahmen einer anwendungstechnischen Prüfung sollte die Funktionsfähigkeit des Injektionsystems P400 der Firma BETOMAX Kunststoff- und Metallwarenfabrik GmbH & Co. KG für die Abdichtung von Arbeitsfugen untersucht werden. Beim P400-Injektionssystem handelt es sich um einen bentonitummantelten Injektionsschlauch, der in Arbeitsfugen eingebaut wird und mit unterschiedlichen Injektionsmitteln einmalig verpresst werden kann. Im Rahmen der Prüfung wurde die nachträgliche Abdichtung einer Arbeitsfuge mit dem BETOMAX-Acrylatgel untersucht.

2 Gegenstand der Prüfung

2.1 BETOMAX - P400-Injektionssystem

Das BETOMAX - P400-Injektionssystem wird zur nachträglichen Abdichtung von Arbeitsfugen im Beton- und Stahlbetonbau eingesetzt. Es besteht aus einem einfach injizierbaren Verpressschlauch, der mit einem Bentonit-Quellband ummantelt ist. Kernstück des untersuchten Injektionssystems ist ein quadratischer, farblos-transparenter Schlauch aus Weich-PVC, in dessen Mitte sich ein Haupttransportkanal mit rundem Querschnitt (Durchmesser 6 mm) befindet. Die in den Ecken angeordneten kanalartigen Pufferzonen verschließen bei von außen wirkendem Frischbetondruck die Schlitze und Zwischenräume und verhindern so, dass Beton in den Transportkanal eindringen kann. Im Gegensatz dazu sollen sie während des Verpressvorganges das Öffnen der Mikroschlitze unterstützen.

Bei Zutritt von Wasser wird zunächst die Bentonitummantelung des Injektionsschlauches aktiviert. Das Bentonit quillt und dichtet in begrenztem Umfang die Arbeitsfuge ab. Sofern Kiesnester oder andere Fehlstellen vorhanden sind, reicht das Quellvermögen des Bentonits nicht, um diese zu füllen. Zur Abdichtung der Arbeitsfuge muss dann der Verpressschlauch injiziert werden.

Für die Prüfung des Injektionssystems erfolgt die Verlegung des Verpressschlauches entsprechend den im technischen Datenblatt dargestellten Vorgaben und ist in der Anlage 2, Bild 1 abgebildet. Der Schlauch wird mit Metallschellen befestigt, die in Abständen zwischen 15 und 20 cm angedübelt werden.

Als Injektionsmittel stand das BETOMAX-Acrylatgel zur Verfügung. Dieses Material besitzt nach Aussagen des Auftraggebers ausgeprägte elastische Eigenschaften und quillt bei Wasserzutritt in begrenztem Umfang. Das aus mehreren Einzelkomponenten bestehende Material wird vor der Injektion zu einer A-Komponente (A1+ AII) und einer B-Komponente (Salz + Wasser) vorgemischt.

Die volumetrisch gleiche Vermischung dieser beiden Komponenten erfolgt während der Injektion des Verpressschlauches durch eine 2-Komponentenpumpe.

2.2 Probekörper und Versuchsaufbau

Zur Prüfung des Injektionsschlauches wird mit einem zweiteiligen Probekörper eine gerissene Arbeitsfuge zwischen Sohle und Wand nachgestellt, deren Breite sich auf ein gewünschtes Maß einstellen lässt.

Die zuerst zu betonierende Stahlbetonplatte besitzt Abmessungen von 1,0 x 1,0 x 0,3 [m]. Darauf wird nach ausreichender Erhärtung des Betons der Injektionsschlauch mit einem äußeren Randabstand von 15 cm befestigt. Zur Sicherstellung der vollständigen Fugenfüllung beträgt die Überdeckung der Schlauchenden etwa 25 cm. In einem zweiten Betongang erfolgt die Herstellung des Rahmens, der zur Risserzeugung von der Platte abgehoben werden kann, siehe Abbildung 1. In diesen Rahmen werden an zwei definierten Stellen Kiesnester eingearbeitet, um die Wirksamkeit der Schlauchverpressung bei Inhomogenitäten des umgebenden Betons zu untersuchen, Anlage 2, Bild 2.

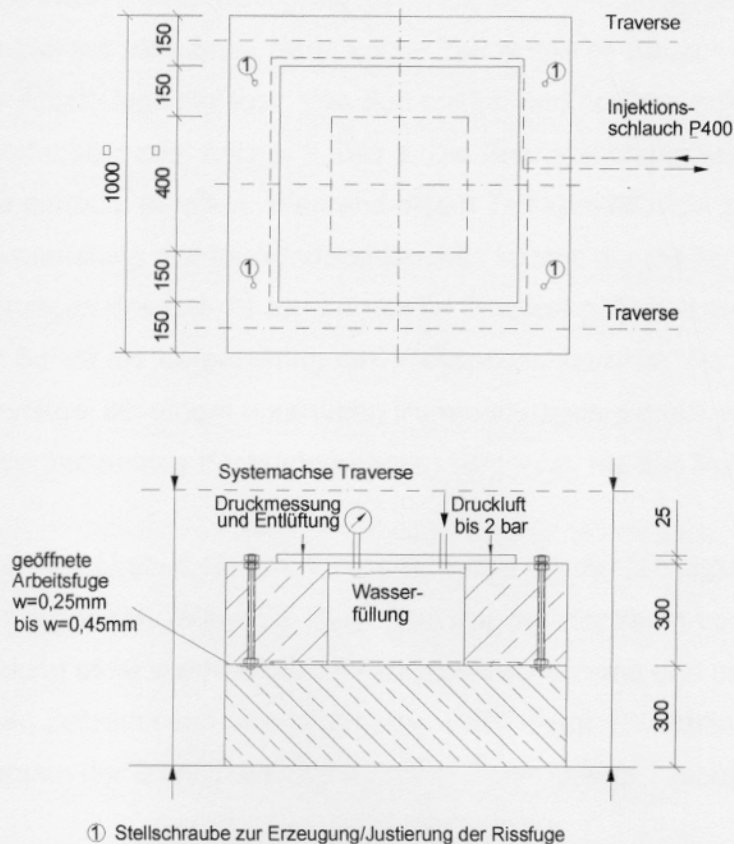


Abb. 1: Probekörper - Draufsicht und Schnitt

Der geschlossene Rahmen mit quadratischem Grundriss besitzt Seitenlängen von 1,00 m. Querschnittsbreite und -höhe des Rahmens betragen 0,3 m. Somit entsteht über der Platte ein Hohlraum mit den Abmessungen 0,4 x 0,4 x 0,3 [m]. Er dient der Beaufschlagung des Risses mit Wasserdruck, siehe Abbildung 1. Die Einstellung der Rissbreite erfolgt durch vier in den Ecken eingebaute Gewindestäbe und wird mit Messuhren überprüft, die an den Seiten über dem Riss angeklebt sind. Zur Fixierung des Risses sind Stahltraversen um den Probekörper gespannt.

Nach der Injektion des Schlauches erfolgt die Dichtigkeitsprüfung über die Füllung des Hohlraumes mit Wasser. Über dem Hohlraum wird eine eingedichtete Stahlplatte befestigt. Auf dieser, mit der Druckerzeugungseinrichtung verbundenen Platte wird neben der Zulauföffnung ein Manometer zur Kontrolle des Prüfdruckes installiert. Durch ein Luftpolster über dem Wasserspiegel erfolgt die Druckwasserbeaufschlagung.

3 Prüfungsdurchführung und Ergebnisse

Nach Einstellung der Rissbreite auf 0,25 mm wurde der Hohlraum vollständig mit Wasser gefüllt, so dass auf den Injektionsschlauch ein geringer Wasserdruck von 0,03 bar wirkte. Diese anfängliche Wasserbeaufschlagung sollte die Bentonitummantelung des unverpressten Injektionsschlauches aktivieren. Nach kurzer Zeit wurde im Bereich der Kiesnester eine Durchfeuchtung der Arbeitsfuge sichtbar. Von dort ausgehend breitete sich das Wasser über den gesamten Riss gleichmäßig aus, Anlage 2, Bild 3. Die Beanspruchung wurde über einen Zeitraum von einer Woche aufrecht erhalten. Während dieser Zeit kam es nicht zur Abdichtung der Fuge. Die Bentonitummantelung des Injektionsschlauches konnte die mit den Kiesnestern eingebrachten Gefügestörungen des Betons nicht durch ihr Quellvermögen abdichten. Deshalb erfolgte in einem zweiten Schritt die Verpressung des Injektionsschlauches. Als Injektionsmittel wurde BETOMAX-Acrylatgel bei einem maximalen Pumpenausgangsdruck von etwa 25 bar durch ein vom Auftraggeber benanntes Fachunternehmen verpresst, bis das Material aus der Fuge austrat.

Aus versuchstechnischen Gründen wurde mit der Dichtigkeitsprüfung 4 Tage nach dem Verpressen begonnen. Während dieser Zeit war der Hohlraum trocken. Die Arbeitsfuge wurde bei der Prüfung einer wechselnden Wasserbeanspruchung und einer schrittweisen Rissaufweitung über einen Zeitraum von etwa 3 Wochen unterzogen. Der Ablauf und die Ergebnisse der einzelnen Etappen der Dichtigkeitsprüfung sind in der Anlage 1 tabellarisch dargestellt.

Im Ergebnis der Wasserbeaufschlagung bei einem Druck von 1 bar wurde festgestellt, dass die verpresste Arbeitsfuge auch nach der zweimaligen Aufweitung um jeweils 0,1 mm auf insgesamt

0,45 mm an allen Stellen sofort und dauerhaft dicht war. Bei der abschließenden schrittweisen Drucksteigerung traten die ersten Undichtigkeiten am Probekörper bei einem Wasserdruck von zwei bar auf Grund der wasserdruckbedingten Aufweitung der Fuge auf.

Die Demontage des Probekörpers nach Abschluss der Dichtigkeitsprüfung zeigte im Bereich der Kiesnester eine vollständige Füllung der Hohlräume mit dem Acrylatgel, Anlage 2, Bild 4.


4 Zusammenfassung und Bewertung

Im Rahmen einer anwendungstechnischen Prüfung wurde die Funktionsfähigkeit des Injektionsystems P400 der Firma BETOMAX Kunststoff- und Metallwarenfabrik GmbH & Co. KG für die Abdichtung von Arbeitsfugen untersucht. Dabei befand sich der mit einer Bentonitummantelung versehene Injektionsschlauch in einer Sohle-Wand-Arbeitsfuge, deren anfängliche Rissbreite auf 0,25 mm eingestellt war.

Durch den Einbau von zwei Kiesnestern unmittelbar über dem Injektionsschlauch wurden erschwerte Bedingungen sowohl für die Abdichtung der Fuge mit dem Quellband als auch für die Verpressung der Arbeitsfuge geschaffen und damit reale Verhältnisse beim Betonieren nachgestellt. Die Bentonitummantelung des Injektionsschlauches konnte diese Fehlstellen im Beton nicht kompensieren. Erst das Verpressen des Injektionsschlauches mit BETOMAX-Acrylatgel führte zum sofortigem Abdichten der Arbeitsfuge. Die Injektion des Acrylatgels wurde durch die Bentonitummantelung nicht behindert.

Die Funktionsfähigkeit des Injektionssystems P400 wurde über die zweimalige Aufweitung der Fuge um jeweils 0,1 mm bei einer Druckwasserbeaufschlagung von 1,0 bar geprüft.

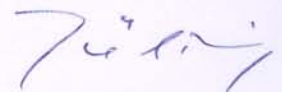
Im Ergebnis der Prüfung wurde festgestellt, dass der mit dem Injektionsmittel BETOMAX-Acrylatgel gefüllte Riss auch bei einer Rissaufweitung von max. 80 % bezogen auf die Ausgangsrissbreite von 0,25 mm bei einer Druckwasserbeaufschlagung von 1 bar sofort und dauerhaft dicht war. Das BETOMAX-Injektionssystem P400 ist in Verbindung mit dem geprüften Injektionsmittel BETOMAX-Acrylatgel für die nachträgliche Abdichtung undichter Arbeitsfugen geeignet.



Dipl.-Ing. Rudolph
Stellvertreter des Abteilungsleiters



Dr.-Ing. Hornig
Fachgebietsleiterin



Dipl.-Ing. Jüling
Bearbeiter

Tabelle 1: BETOMAX - P400-Injektionssystem - Ablauf und Ergebnisse der Dichtigkeitsprüfung

Prüf- tag	Zeit [h]	Wasser- druck [bar]	Prüf- dauer [h]	mittlere Rissbreite [mm]	Bemerkungen
1.	0	0,03	48:00	0,25	Hohlraum gefüllt; kein Wasseraustritt
3.	48:00	0,1	2:00		kein Wasseraustritt
3.	50:00	0,2	2:00		- II -
3.	52:00	0,3	2:00		- II -
3.	54:00	0,4	2:00		- II -
3.	56:00	0,5	17:00		- II -
4.	73:00	0,6	2:00		- II -
4.	75:00	0,7	1:30		- II -
4.	76:30	0,8	1:30		- II -
4.	78:00	0,9	1:30		- II -
4.	79:30	1,0	167:00		- II -
11.	247:00	0,03	-	0,35	Druckabsenkung mit anschl. 1. Rissaufweitung
11.	247:00	0,03	89:00		kein Wasseraustritt
15.	336:00	0,2	2:00		- II -
15.	338:00	0,4	2:00		- II -
15.	340:00	0,6	2:00		- II -
15.	342:00	0,8	2:00		- II -
15.	344:00	1,0	72:00		- II -
18.	416:00	0,03	17:00		- II -
19.	433:00	0,03	-	0,45	Druckabsenkung mit anschl. 2 Rissaufweitung
19.	433:00	0,03	72:00		kein Wasseraustritt
22.	505:00	0,2	2:00		- II -
22.	507:00	0,4	2:30		- II -
22.	509:30	0,6	2:00		- II -
22.	511:30	0,8	1:00		- II -
22.	512:30	1,0	63:30		- II -
25.	576:00	1,1	2:00		- II -
25.	578:00	1,25	2:00		- II -
25.	579:00	1,5	0:30		- II -
25.	579:30	1,75	1:00		- II -
25.	580:30	2,0	2:00		- II -

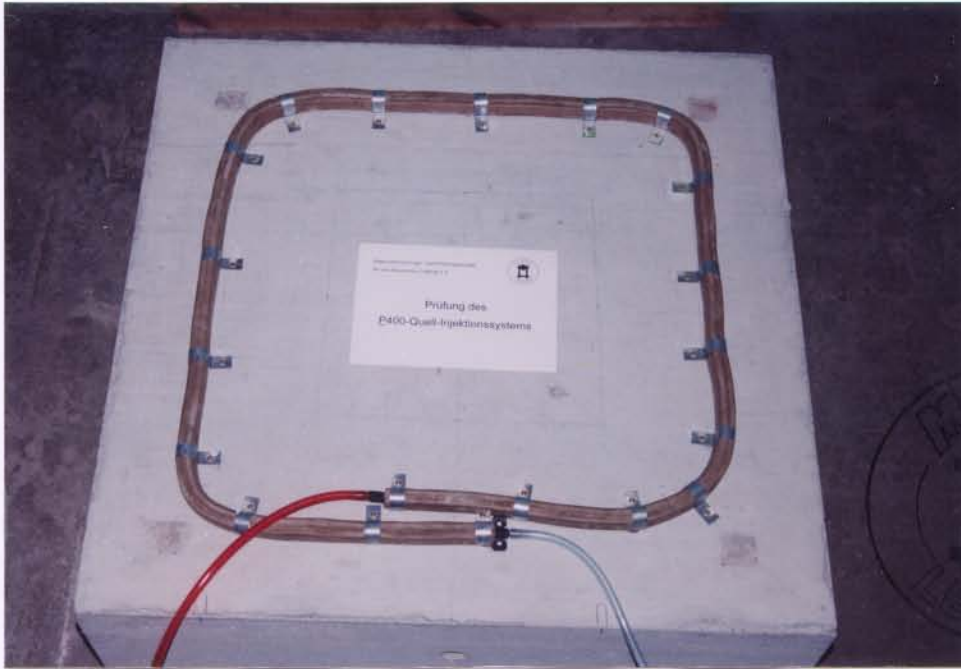


Bild 1: P400-Injektionssystem - Verlegung des bentonitummantelten Verpressschlauches auf der Bodenplatte



Bild 2: Einbau von 2 Kiesnestern zur gezielten Nachstellung von Inhomogenitäten im Sohle-Wand-Bereich



Bild 3: Undichtigkeiten der noch nicht verpressten Arbeitsfuge



Bild 4: Mit Acrylatgel gefülltes Kiesnest nach Beendigung der Prüfung