

**Bericht Nr. G – 010502**

über die

Grundprüfung des zweikomponentigen Injektionsverfahrens

**CHIP (ChemCo Injection Process)**

mit dem Füllgut

**CHEMCO 038 Regular IH (EP)**

der Firma

ChemCo Systems Europe GmbH

Poppenbütteler Bogen 7

22399 Hamburg

gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Füllgut aus Epoxidharz und  
zugehöriges Injektionsverfahren bzw.

gemäß der Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Teil 4

im Auftrage des

Instituts für Bauforschung

der RWTH Aachen

Schinkelstr. 3

52056 Aachen

Essen, März 2005

## **1 Vorgang**

Das Institut für Bauforschung der RWTH Aachen beauftragte das Institut für Massivbau der Universität Duisburg-Essen mit der Durchführung der Grundprüfung des zweikomponentigen Injektionsverfahrens CHIP (ChemCo Injection Process) mit dem Füllgut CHEMCO 038 Regular IH entsprechend Abschnitt 3.1 der Technischen Lieferbedingungen für Füllgut aus Epoxidharz und zugehöriges Injektionsverfahren bzw. Teil 4, Abschnitt 6.2 der Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie). ChemCo 038 Regular IH ist ein Epoxidharz, vorgesehen zum kraftschlüssigen Verbinden von Rissflanken und Füllen von Hohlräumen in Betonbauteilen im Sinne der ZTV-ING bzw. der Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Teil 2, Abschnitt 6.8.

Die Grundprüfung wurde gemäß Abschnitt 3 der Technischen Prüfvorschriften für Füllgut aus Epoxidharz und zugehöriges Injektionsverfahren (TP FG-EP) bzw. gemäß Teil 4, Abschnitt 6.2 der Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen durchgeführt und erfolgte an 2 Stahlbetonbalken gemäß Bild 1. Balken 1 dient der Prüfung unter statischer Last, Balken 2 unter Schwellast.

Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten wurden von Mitarbeitern der Firma ChemCo Systems Europe unter kontrollierten Bedingungen im Klimaraum der Versuchshalle des Instituts für Massivbau der Universität Duisburg-Essen durchgeführt.

## **2 Injektionsverfahren**

Das Injektionsverfahren besteht aus

- der 2K-Injektionsanlage CHEMCO Modell B oder CHEMCO Modell 4.15, zweikomponentige Injektionsgeräte, elektrisch betrieben im Niederdruckbereich bis maximal 25 bar,

- auf der Bauteiloberfläche zu befestigende Einfüllstutzen (Klebepacker),
- Ausführungsanweisung,

mit dem Epoxidharz (EP) CHEMCO 038 Regular IH.

### **3 Durchführung der Prüfungen**

Zur Durchführung der Grundprüfung wurden 2 Stahlbetonbalken (Bild 1) in der Versuchshalle des Instituts für Massivbau bei Raumklima hergestellt, nachbehandelt und gelagert.

Im Alter von 12 Tagen (Balken 1) bzw. 11 Tagen (Balken 2) wurden die Prüfkörper zwangsfrei in das Prüfgerüst des Klimaraums eingebaut. Zur Messung der Wegänderungen bzw. der Rissbreiten wurden im Bereich der zu erwartenden Rissbildung Wegmesselemente angebracht. Die anschließende Belastung wurde weggeregelt über zwei 400 kN Einzelprüfzylinder aufgebracht. Der Versuchsaufbau ist in Bild 6 dargestellt, die Messung der Rissbreiten ist Bild 7 zu entnehmen.

Die Prüfkraft wurde so weit gesteigert, bis die größten Rissbreiten aller prüfungsrelevanten Risse im Bereich der Bewehrungslage mindestens zwischen 0,15 und 0,35 mm betragen. Die zugehörige Prüfkraft wurde als Oberlast  $P_o$  definiert und lag bei Balken 1 bei 140 kN, bei Balken 2 bei 135 kN. Zur Festlegung der Unterlast wurde die Prüfkraft soweit gemindert, bis eine Abnahme der Rissbreiten bei 3 Rissen im mittleren Balkenabschnitt um ca. 0,05 mm erfolgte. Die zugehörige Prüfkraft lag bei Balken 1 bei 128 kN bzw. 120 kN bei Balken 2; sie wurde als Unterlast  $P_u$  definiert.

Danach wurde der Klimaraum auf die vereinbarte Prüftemperatur von 10 °C heruntergekühlt, alle bei den Versuchen zu verwendenden Stoffe, Geräte und sonstigen Hilfsmittel wurden eingelagert.

Am darauf folgenden Tag wurden Balken 1 und 2 jeweils bei Unterlast mit Einfüllstutzen (Klebepacker) gemäß Bild 2 bzw. Bild 4 belegt und mit dem Verdämmmaterial CHEMCO 136 StripSeal verdämmt. Die zuvor durchgeführte Untergrundvorbehandlung erfolgte mit einer Drahtbürste.

Die Injektionen erfolgten nach Erhärten des Verdämmstoffes bei 10 °C Umgebungs- und Bauteiltemperatur. Balken 1 wurde unter statischer Last in Höhe der Oberlast, Balken 2 unter Schwellast mit einer Frequenz von 0,6 Hz zwischen Ober- und Unterlast injiziert. Die Rissinjektionen wurden mit den beiden 2K- Injektionsanlagen CHEMCO Modell B und CHEMCO Modell 4.15 durchgeführt, vgl. Bilder 12 bis 15. Einzelheiten bezüglich der Injektionen und der Injektionsbedingungen sind den Rissprotokollen (Tabellen 1 und 2) zu entnehmen.

Nach Ablauf einer 3-tägigen Erhärtungszeit unter den Belastungsbedingungen der Injektionen wurden die Balken entlastet und die Verdämmung entfernt; die Prüftemperatur von 10 °C wurde ausgeschaltet.

Im anschließenden Überlastungsversuch wurden die Balken in 10 Laststufen (Balken 1) bzw. 8 Laststufen (Balken 2) bis zu einer Belastung von 204 kN (Balken 1) bzw. 185 kN (Balken 2) belastet. Die Überlastungsversuche wurden bei diesen Lasten wegen stetiger Zunahme der Verformungen ohne Laststeigerung beendet.

Zur Feststellung der Injektionsqualität wurden nach den Überlastungsversuchen je Riss 2 Bohrkern  $\varnothing$  100 mm entnommen, die Lage der entnommenen Bohrkern zeigen die Bilder 3 und 5.

#### **4 Versuchsergebnisse, Beurteilung der Grundprüfung**

Die Beurteilung der Grundprüfung des zweikomponentigen Injektionsverfahrens CHIP erfolgte gemäß Abschnitt 4.4 der Technischen Lieferbedingungen für Füllgut

aus Epoxidharz und zugehöriges Injektionsverfahren (TL FG-EP) bzw. Teil 4, Abschnitt 6.2 der Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen.

### **Versuchsergebnisse Balken 1**

- Die Anzahl der während der Durchführung der Injektionsarbeiten festgestellten Undichtheiten betrug 4.
- Beim Überlastungsversuch ist kein injizierter Riss aufgerissen.
- Die 10 der Beurteilung unterliegenden Bohrkern wiesen alle einen Füllgrad von  $\geq 80\%$  auf, bei 8 Bohrkernen lag er bei  $100\%$ . Kohäsionsbrüche konnten bei den gespaltenen Bohrkernen nicht festgestellt werden.

### **Versuchsergebnisse Balken 2**

- Die Anzahl der während der Durchführung der Injektionsarbeiten festgestellten Undichtheiten betrug 3.
- Beim Überlastungsversuch ist kein injizierter Riss aufgerissen.
- Die 10 der Beurteilung unterliegenden Bohrkern wiesen alle einen Füllgrad von  $\geq 80\%$  auf, bei 9 Bohrkernen lag er bei  $100\%$ . Kohäsionsbrüche konnten bei den gespaltenen Bohrkernen nicht festgestellt werden.

Die Versuchsergebnisse sowie die Beurteilungen sind den Tabellen 3 und 4 zu entnehmen.

## **5 Zusammenfassung**

Die gemäß Abschnitt 3 der TP FG-EP bzw. Teil 4 der Instandsetzungs-Richtlinie durchgeführte Grundprüfung des Injektionsverfahrens, bestehend aus den 2K-Injektionsanlagen CHEMCO Modell B bzw. CHEMCO Modell 4.15 und dem Epoxidharz CHEMCO 038 Regular IH, ergab die Erfüllung aller durch die Grundprüfung gestellten Anforderungen.

Da die Grundprüfung bei 10°C durchgeführt wurde, liegt die niedrigste Anwendungstemperatur (Bauteiltemperatur) des Injektionsverfahrens bei 8°C.

Aufgrund der vorliegenden Versuchsergebnisse bestehen gegen den Einsatz des Injektionsverfahrens mit dem Füllgut CHEMCO 038 Regular IH zum kraftschlüssigen Verbinden von Rissflanken und Füllen von Hohlräumen in Betonteilen unter Beachtung seiner materialspezifischen Eigenschaften im Sinne der ZTV-ING bzw. der Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, Teil 2, Abschnitt 6.8 keine Bedenken.

Essen, März 2005

Die Institutsleiterin



(Prof. Dr.-Ing. M. Schnellenbach-Held)

Der stellvertretende Prüfstellenleiter



(Dipl.-Ing. G. Winter)

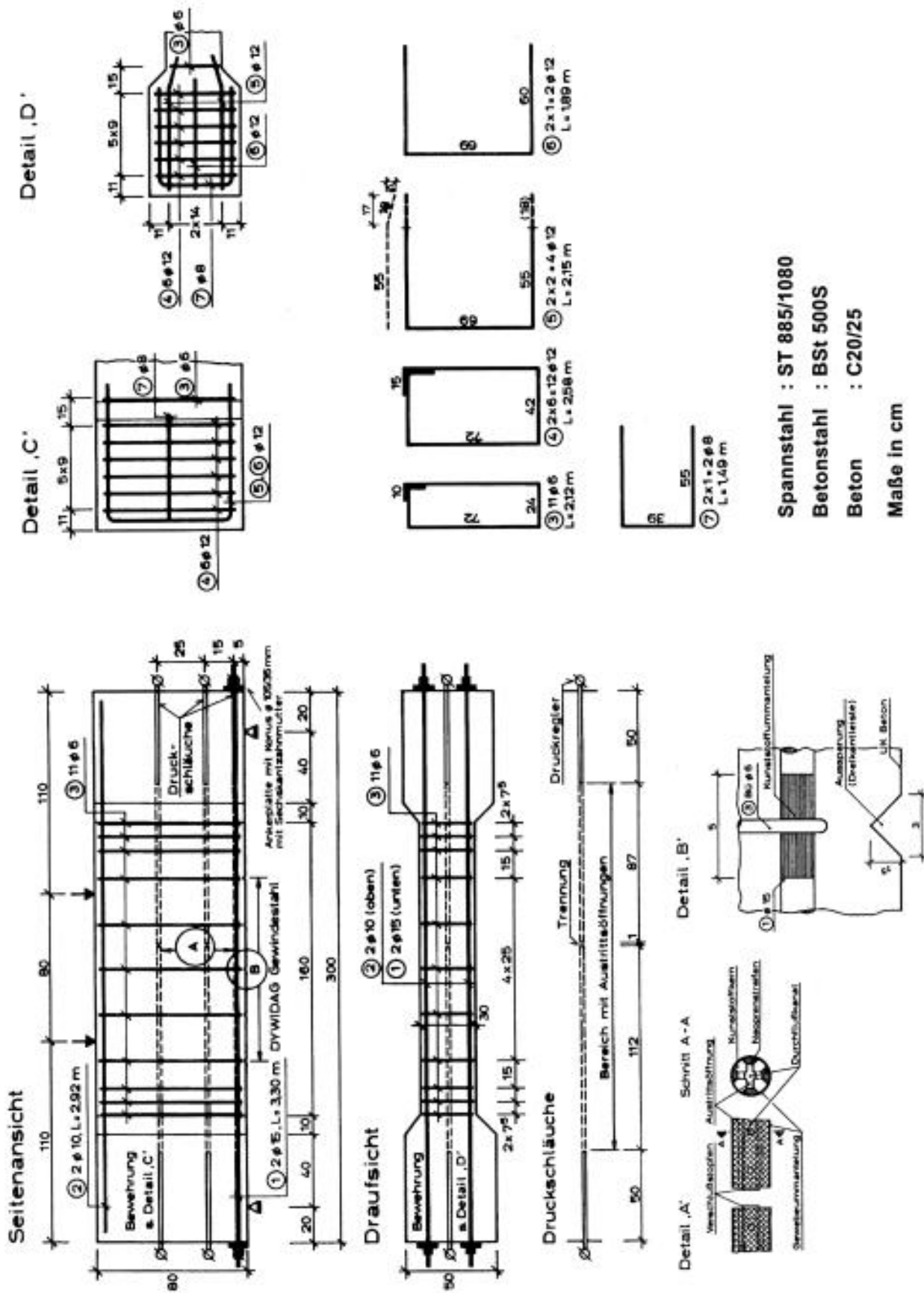


Bild 1: Schal- und Bewehrungsplan – Balken 1 und 2

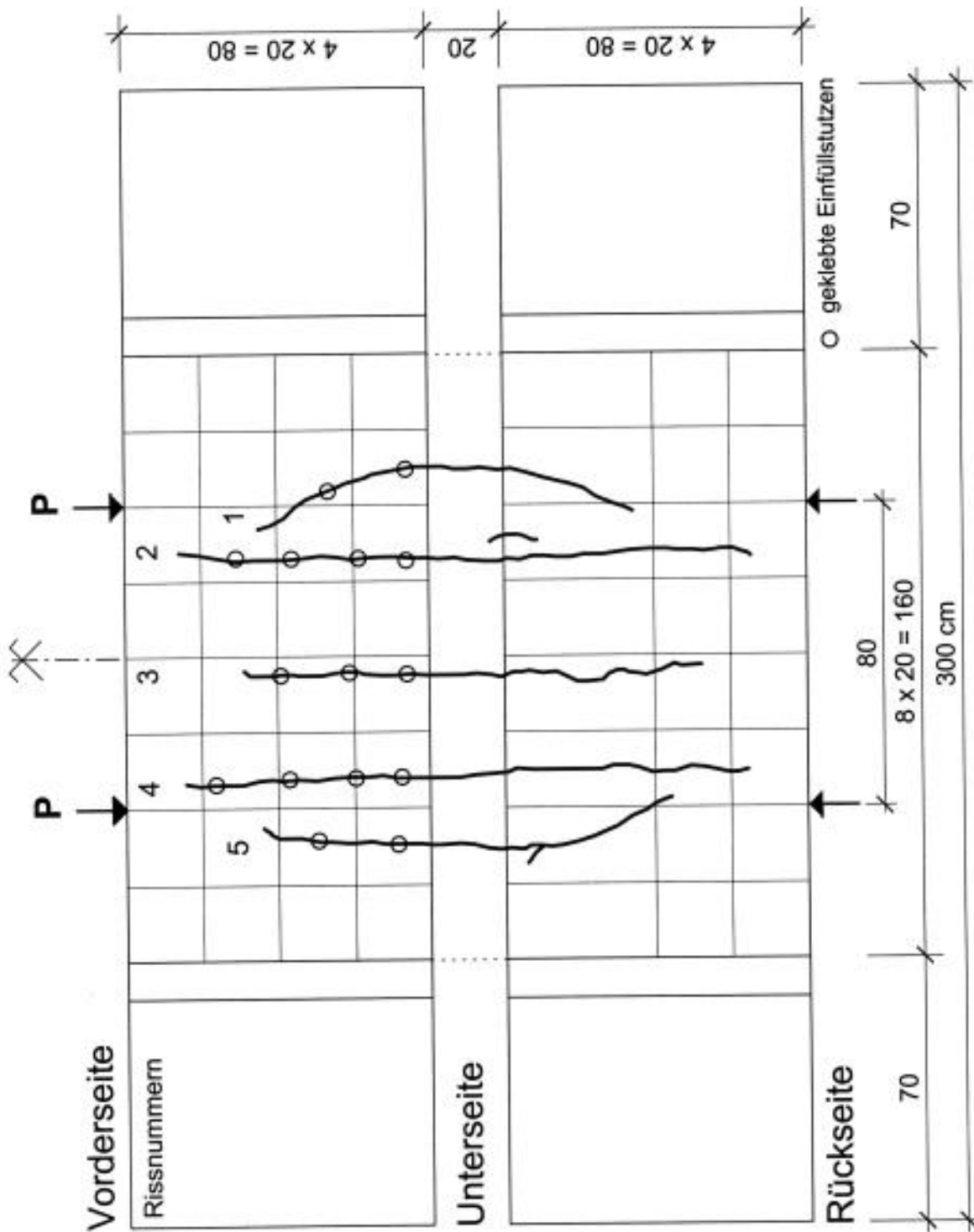


Bild 2: Balken 1 – Rissbild, Anordnung der Einfüllstutzen

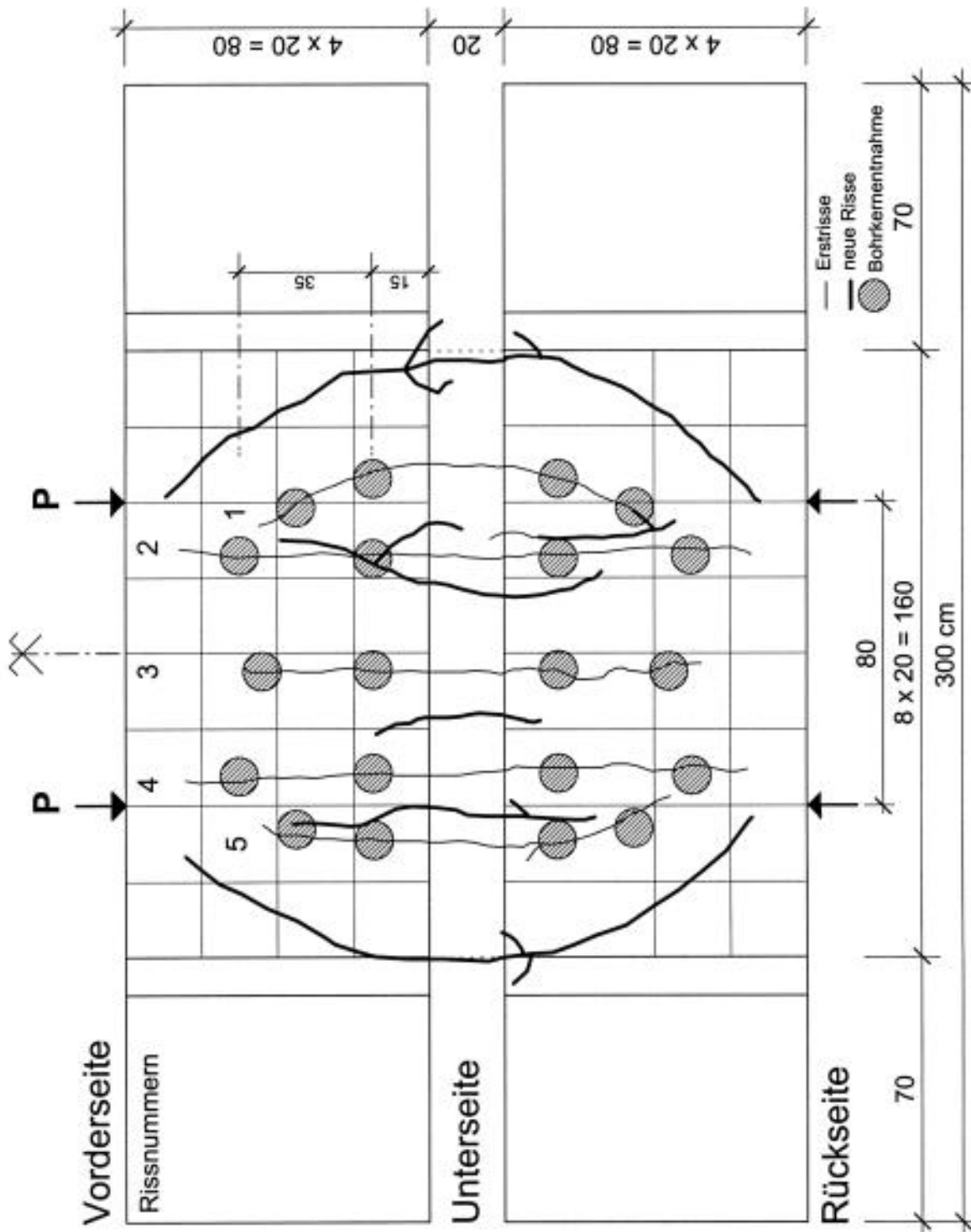


Bild 3: Balken 1 – Rissbild nach dem Überlastungsversuch, Lage der Bohrkernentnahme



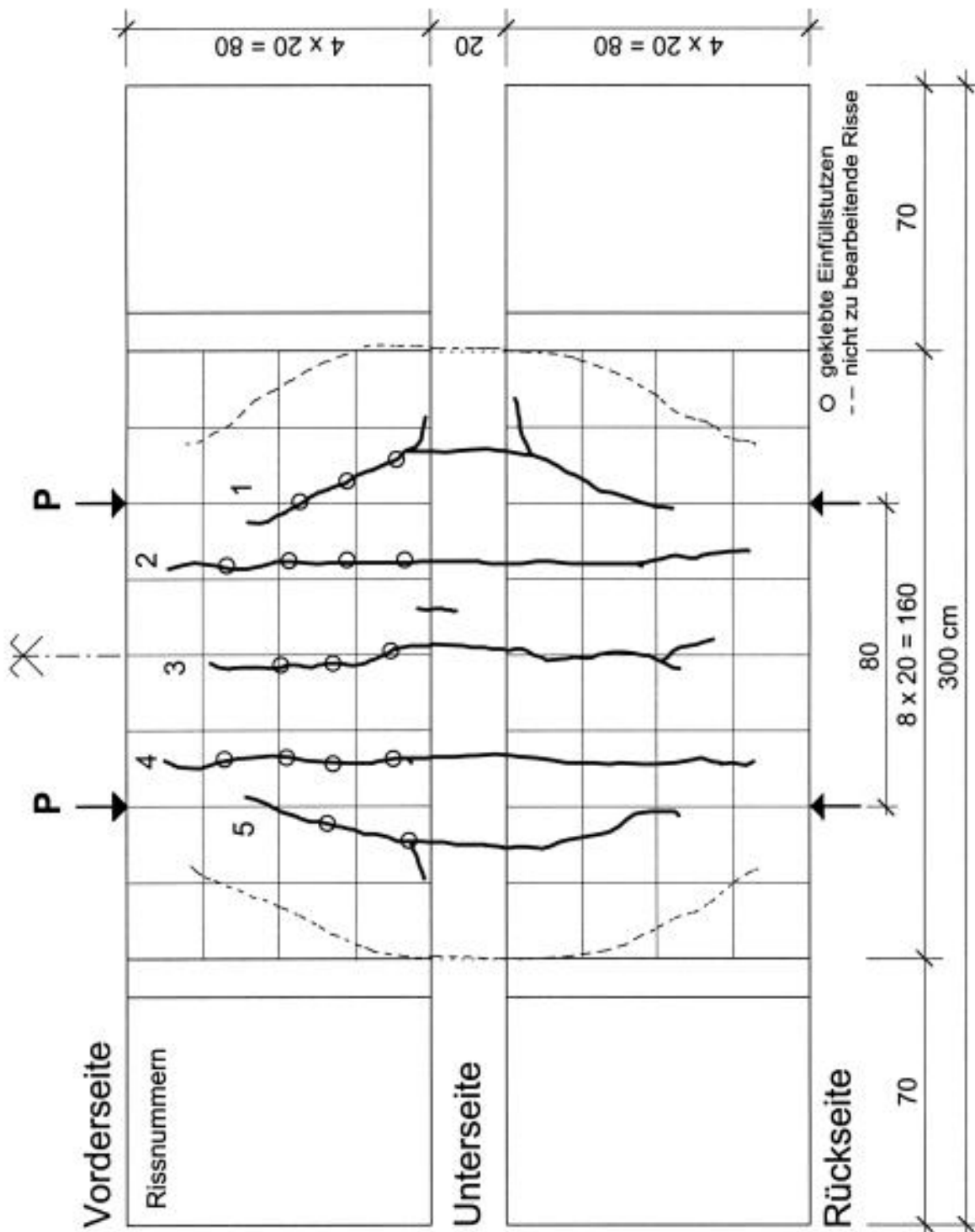


Bild 4: Balken 2 – Rissbild, Anordnung der Einfüllstutzen

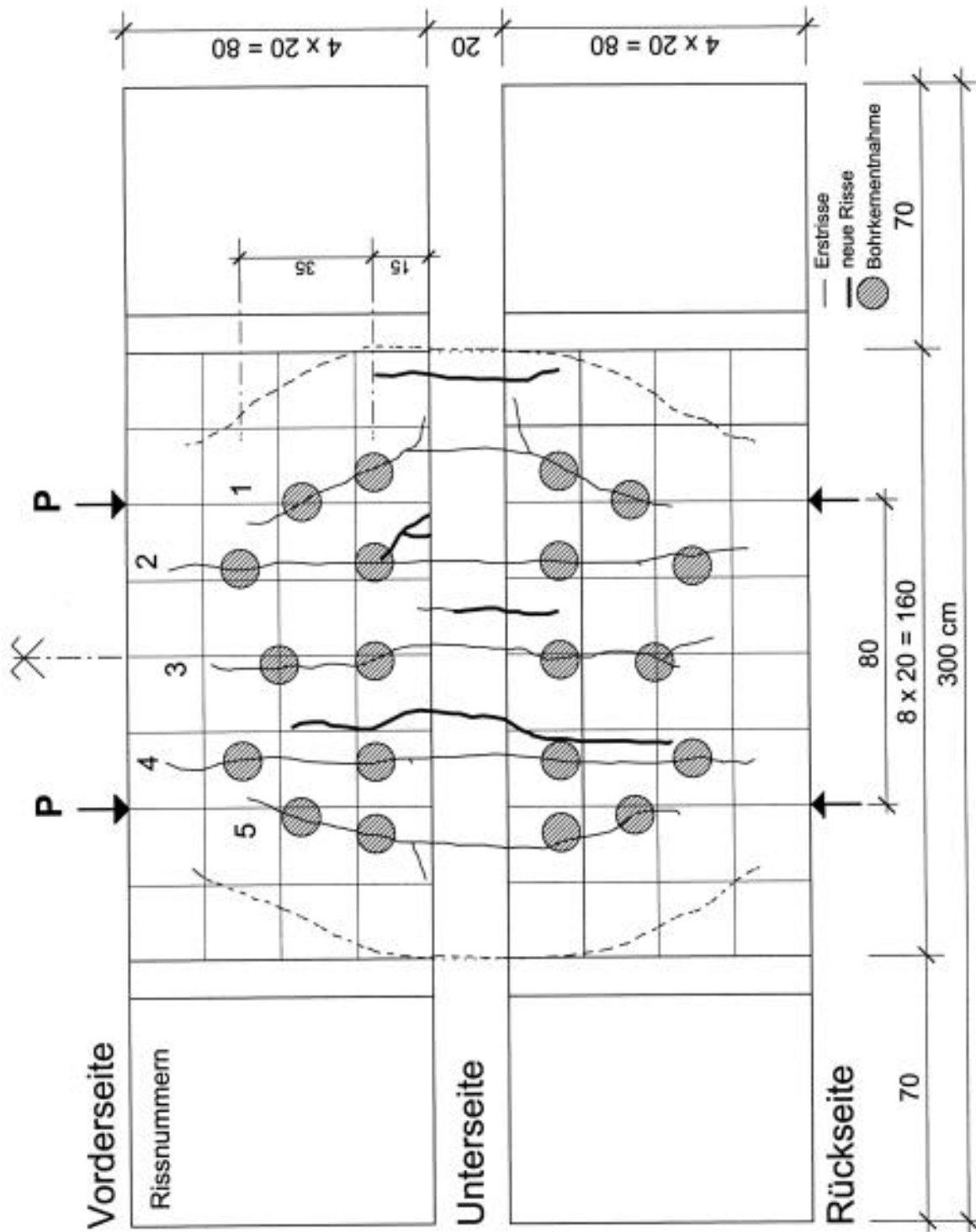


Bild 5: Balken 2 – Rissbild nach dem Überlastungsversuch, Lage der Bohrkerntnahme



		0	1	2		3		4	
0	Prüf- art	Riß- Nr.	im Überlastungsversuch		Füllqualität				
			ungerissen	gerissen	Bohrkern 1 <sup>3)</sup>		Bohrkern 2 <sup>3)</sup>		
					gut	schlecht	gut	schlecht	
1	s / d <sup>2)</sup>	1	X		X		X		
		2	X		X		X		
		3	X		X		X		
		4	X		X		X		
		5	X		X		X		

Anforderungen:

- a) undichte Stellen bei der Injektion: 4 von 5  
 b) im Überlastungsversuch gerissen: –  
 c) Kohäsionsbruch im Bohrkern: –

erfüllt: <sup>4)</sup>  
 ja/nein  
 ja/nein  
 ja/nein

<sup>1)</sup> für jeden Prüfbalken auszufüllen

<sup>2)</sup> s: statisch, d: dynamisch, Nichtzutreffendes streichen

<sup>3)</sup> Zutreffendes gemäß Abschnitt 4.4 TL FG-EP ankreuzen

<sup>4)</sup> Nichtzutreffendes gem. Abschnitt 4.4 TL FG-EP streichen

**Tabelle 3:** Grundprüfung des Injektionsverfahrens – Beurteilung Balken 1

		0	1	2		3		4	
0	Prüf- art	Riß- Nr.	im Überlastungsversuch		Füllqualität				
			ungerissen	gerissen	Bohrkern 1 <sup>3)</sup>		Bohrkern 2 <sup>3)</sup>		
					gut	schlecht	gut	schlecht	
1	s / d <sup>2)</sup>	1	X		X		X		
		2	X		X		X		
		3	X		X		X		
		4	X		X		X		
		5	X		X		X		

Anforderungen:

- a) undichte Stellen bei der Injektion: 3 von 5  
 b) im Überlastungsversuch gerissen: –  
 c) Kohäsionsbruch im Bohrkern: –

erfüllt: <sup>4)</sup>  
 ja/nein  
 ja/nein  
 ja/nein

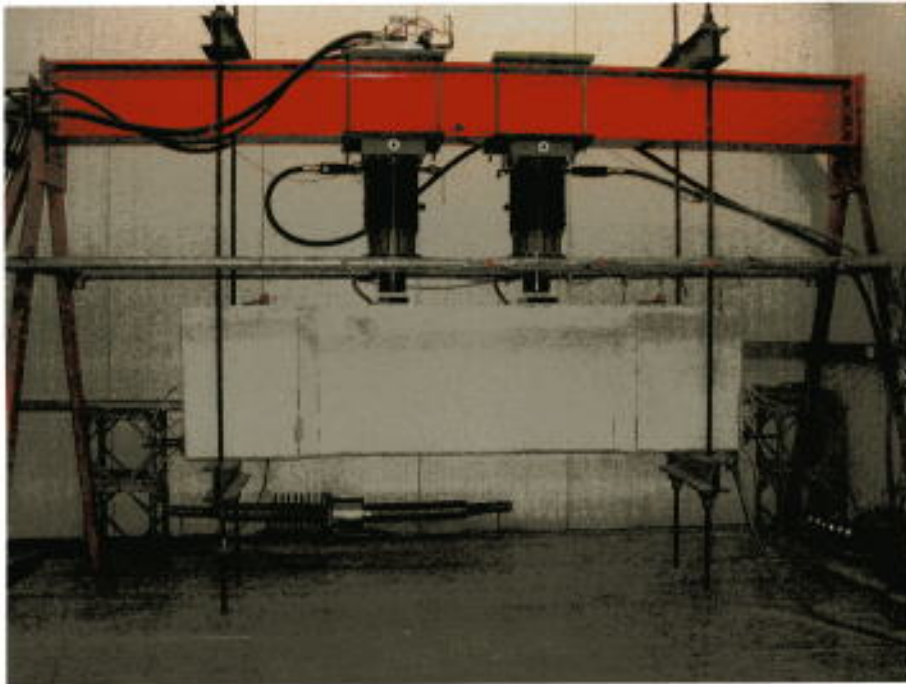
<sup>1)</sup> für jeden Prüfbalken auszufüllen

<sup>2)</sup> s: statisch, d: dynamisch, Nichtzutreffendes streichen

<sup>3)</sup> Zutreffendes gemäß Abschnitt 4.4 TL FG-EP ankreuzen

<sup>4)</sup> Nichtzutreffendes gem. Abschnitt 4.4 TL FG-EP streichen

**Tabelle 4:** Grundprüfung des Injektionsverfahrens – Beurteilung Balken 2



**Bild 6:** Versuchsaufbau



**Bild 7:** Messung der Rissbreiten



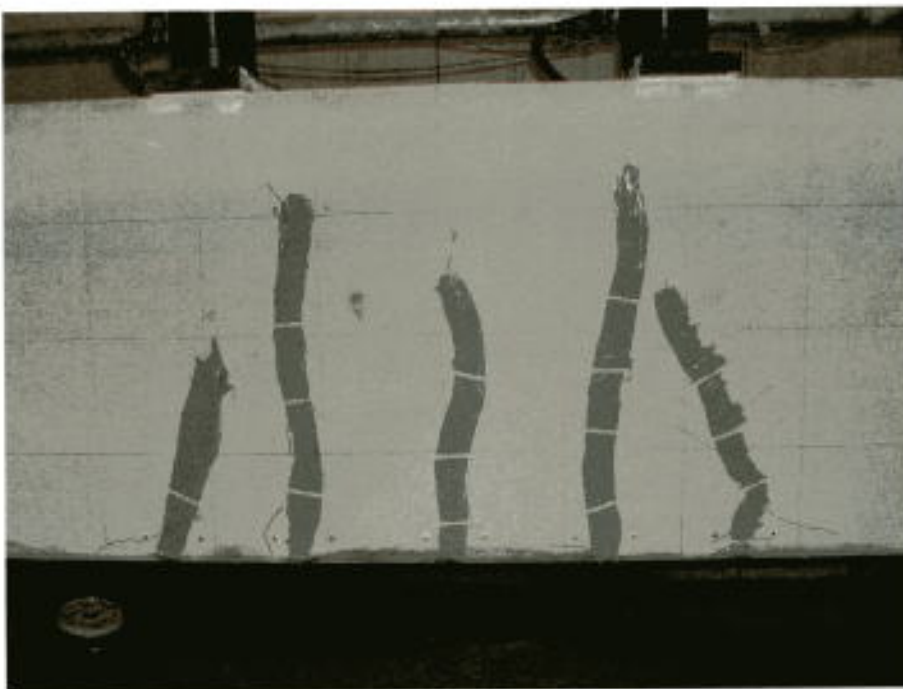
**Bild 8:** Vorbereitung der Betonunterlage



**Bild 9:** Verdämmen der Risse



**Bild 10:** Balken 1 – verdämmte Risse, Anordnung der Einfüllstutzen



**Bild 11:** Balken 1 – verdämmte Risse (Rückseite)



**Bild 12:** 2 K-Injektionsanlage Modell B



**Bild 13:** 2 K-Injektionsanlage Modell B



**Bild 14:** 2 K-Injektionsanlage Modell 4.15



**Bild 15:** 2 K-Injektionsanlage Modell 4.15



**Bild 16:** Injektion des unteren Packers



**Bild 17:** Materialaustritt am nächsten Packer