

Sanierung von Abwasserschächten – Untersuchung von Materialien und Systemen zur Abdichtung und Beschichtung

Teil 2: Lokale Abdichtungsmaßnahmen

Martin Liebscher, Markus Gillar und Bert Bosseler (Gelsenkirchen)

Zusammenfassung

Die Gesamtzahl der Abwasserschächte in öffentlichen Verkehrsflächen in Deutschland wird auf mindestens zehn Millionen geschätzt. Bau, Betrieb und Sanierung dieser Bauwerke fordern zuverlässige Produkte und Verfahren. Vor diesem Hintergrund hat das IKT gemeinsam mit kommunalen Netzbetreibern den Forschungsschwerpunkt „Abwasserschächte“ entwickelt, der maßgeblich durch das nordrhein-westfälische Umweltministerium unterstützt wird. Im Teilprojekt „Sanierung von Abwasserschächten“ wurden zwei wesentliche Fragestellungen des Forschungsschwerpunkts intensiv erforscht: die Abdichtung des Schachtkörpers und der Zu- und Abläufe sowie die Beschichtung mit mineralischen und polymeren Systemen. Die Robustheit der eingesetzten Verfahren und Materialien für den Praxiseinsatz sowie die Leistungsfähigkeit gegenüber Außenwasserdruck im Zuge der Fremdwassersanierung standen dabei im Vordergrund. In der vierteiligen Artikelserie werden Inhalte und Ergebnisse dieses Forschungsprojektes präsentiert. Teil 2 befasst sich mit den Ergebnissen aus der Untersuchung lokaler Abdichtungsmaßnahmen, zum Beispiel mittels Injektion und Stopfmörtel.

Schlagwörter: Entwässerungssysteme, Schacht, Sanierung, Beschichtung, Versuch, in-situ, Abdichtung, Polymer, mineralisch, Außenwasserdruck, Fremdwasser, Injektionsverfahren, Harz, Gel, Mörtel

DOI: 10.3242/kae2011.09.001

Abstract

Rehabilitation of Sewer Manholes – Testing of Sealing and Coating Materials and Systems Part 2: Local Sealing Measures

The total number of sewer manholes in public traffic areas in Germany is estimated to amount at least to ten millions. The construction, operation, and rehabilitation of these structures require reliable products and processes. Against this background, IKT – together with municipal network operators – has developed a research project focussing on sewer manholes, which receives significant support from the North Rhine Westphalia Ministry of the Environment. The sub-project “Rehabilitation of sewer manholes” has taken a very close look at two essential issues: sealing of shaft bodies and inlets and outlets as well as coating with mineral and polymer systems. The focus was on the robustness of processes and materials for practical use as well as on their ability to resist external water pressure during infiltration water rehabilitation. The contents and results of this research project are presented in a series of four articles. Part 2 discusses the results of a study of local sealing measures, e.g. by means of injection and fill mortar.

Key words: drainage systems, shaft, rehabilitation, coating, test, in situ, sealing, polymer, mineral, external pressure, infiltration water, injection method, resin, gel, mortar

1 Veranlassung und Problemstellung

Undichtigkeiten im Bereich der Zu- und Abläufe stellen eines der häufigsten Schadensbilder an Abwasserschächten dar (vgl. [1]). Für die Sanierung dieser Bereiche bestehen besondere Anforderungen, da in der Regel ein gelenkiger und dichter Verbund zwischen zwei gleichen oder unterschiedlichen Materialien hergestellt werden muss, der darüber hinaus auch langfristig beständig gegenüber betrieblichen Belastungen, wie zum Beispiel der Kanalreinigung, sein muss. Zusätzlich müssen die Arbeiten häufig unter hohem Zeitdruck ausgeführt werden,

zum Beispiel wenn der Abwasserschacht in einer stark frequentierten Verkehrsfläche liegt. Hinzu kommen beengte Arbeitsverhältnisse, flächige Ausprägungen von Undichtigkeiten in alten Mauerwerksschächten sowie wechselnde Grundwasserstände mit zum Teil stark drückendem Grundwasserzufluss, der die Anforderungen an Abdichtungsarbeiten erheblich erhöht.

In der Praxis werden zur Sanierung dieser Zu- und Abläufe häufig Kurzliner, Injektionen auf PU-, Epoxid- oder Acrylatharzbasis und/oder mineralische „Stopfmörtel“ eingesetzt. Der

Nachweis, inwieweit die eingesetzten Verfahren die gewünschte (gelenkige und langfristige) Dichtwirkung erzielen und auch bei drückendem Grundwasser anwendbar sind, steht noch aus. Insbesondere bei Werkstoffwechseln ist auch die Verbund- und somit die Dichtwirkung der oben genannten Verfahren zu hinterfragen. Im Gesamtblick bleiben die Einsatzgrenzen und Qualitätseinflüsse bei der Abdichtung des Schachtkörpers und der Zu- und Abläufe von Abwasserschächten noch unklar.

Im Teil 1 dieser Artikelserie [2] wurden bereits die Aufgabenstellung und das vollständige Untersuchungsprogramm des Forschungsprojekts [3] vorgestellt. Es zeichnet sich durch seine praxisnahen Untersuchungsstrategien und -methoden unter Einbindung eines aus über 30 Netzbetreibern bestehenden Lenkungsraumes aus. Im Vordergrund stehen die Robustheit der Verfahren beim oft schwierigen Einsatz in Abwasserschächten und die Beständigkeit des Sanierungsergebnisses unter Außenwasserdruck, wie er für Fremdwassersanierungen typisch ist. Im Rahmen des Projekts wurden auch Großversuche durchgeführt. Durch den hierbei gewählten Aufbau identischer Sanierungsaufgaben für sämtliche untersuchten Systeme können die einzelnen Verfahrensgruppen erstmals in nachvollziehbarer Weise hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit und Robustheit gegenüber Ausführungsschwankungen und Außenwasserdruckbelas-

tungen verglichen werden. Der detaillierte Versuchsaufbau, die untersuchten Schadensbilder und die Grundwasserstände und Belastungsdauern sind Teil 1 zu entnehmen [2].

Zunächst wurden Abdichtungsmaßnahmen an Rohreinbindungen und Schachtkörpern in situ begleitet. Die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen dienen der praxisnahen Festlegung der Randbedingungen für die anschließenden Großversuche.

2 In-situ-Maßnahmen

Der Einsatz aller für Abdichtungen relevanten Materialgruppen, wie Schäume, Harze und Gele auf polymerer Basis sowie Mörtel und Zementleime, wurde zunächst unter Praxisbedingungen, das heißt im Zuge von In-situ-Maßnahmen, beobachtet. Es sollten die prinzipielle Einsetzbarkeit der Verfahren bzw. Materialien verifiziert und gegebenenfalls die maßgeblichen Einflussfaktoren für die praktische Umsetzung identifiziert werden. Insgesamt wurden drei Abdichtungsmaßnahmen an Schachtkörpern, hier im Vorfeld von Beschichtungsmaßnahmen, näher ausgewertet. Dies betraf zwei Mauerwerk-schächte und einen Betonschacht (Abbildung 1, unten). An weiteren drei Schächten wurden Abdichtungsmaßnahmen an



Abb. 1: Eindruck aus In-situ-Maßnahmen: Abdichtung der Rohranbindung, gesetzte Packer (oben, links) und Sanierungsergebnis (oben, rechts); Abdichtung des Schachtkörpers, Einsatz von Stopfmörtel (unten, links) Injektion (unten, rechts)

undichten Rohranbindungen verfolgt und bewertet (Abbildung 1, oben).

Die Dichtwirkung sämtlicher Maßnahmen wurde unmittelbar nach Abschluss der Sanierungsarbeiten sowie ein weiteres Mal im Verlauf der Projektlaufzeit nach einigen Monaten optisch überprüft. Im Ergebnis ließen sich zwei dominante Einflussfaktoren für den Sanierungserfolg erkennen: der während der Sanierung anstehende Außenwasserdruck sowie Ort, Ausmaß und Geometrie der Schadensbilder. Der Aufbau der Großversuche für die Abdichtungsmaßnahmen orientierte sich entsprechend an den in situ typischerweise vorgefunden Bedingungen.

3 Großversuche

Im Großversuchsstand des IKT wurden vergleichende Untersuchungen unter definierten, für alle Sanierungsmaßnahmen gleichen Randbedingungen im Maßstab 1 : 1 durchgeführt. Im Vordergrund stand die Variation geometrischer und verfahrenstechnischer Kennwerte und äußerer Belastungen, wie beispielsweise die Ausbildung von Fehlstellen oder die Höhe des Grundwasserstands (vgl. [2]). Folgende Grundwasserzustände wurden unterschieden:

- GW I – Kurzzeit: Wasserstand bei 2,9 m über Schachtsohle für eine Woche,

- GW II – Kurzzeit: Wasserstand bei 4,7 m über Schachtsohle für eine Woche,
- GW II – Langzeit: Wasserstand bei 4,7 m über Schachtsohle für 20 Wochen.

Unter Grundwasserzufluss wurden unterschiedliche Verfahren und Materialien zur Abdichtung der Zu- und Abläufe sowie der Schachtkörper eingesetzt (Tabelle 1). Während der gesamten Versuchsdauer wurden die Abdichtungen in regelmäßigen Abständen kontrolliert, Zustandsveränderungen dokumentiert und gegebenenfalls die Menge des eindringenden Wassers stichprobenhaft gemessen. Nach Ablauf der Beobachtungszeit wurden das Wasser aus dem Versuchsstand abgelassen, die Schachtbau- teile freigelegt und die bei den Abdichtungsmaßnahmen erzeugten Injektionskörper auch von außen inspiziert (Abbildung 2).

Die Abdichtung der Rohreinbindungen erfolgte im Großversuchsstand grundsätzlich mit Injektionsverfahren. Verwendet wurden Gele, Harze und Zementleim. Außer hinsichtlich der verwendeten Materialien wurden den Firmen keine Vorgaben bezüglich der Ausführung gemacht. Entsprechend wurden zur Vorabdichtung sehr unterschiedliche Maßnahmen getroffen. Einige Anbieter platzierten Dichtblasen in den Rohreinbindungen, andere setzten Blitzmörtel zur Vorabdichtung ein. Der gesamte Arbeitsablauf der Maßnahmen war jedoch vergleichbar: Zunächst wurden Injektionspacker im Umfeld der Rohreinbindung gesetzt. Dann wurde die Vorabdichtung mit Dichtblasen oder Blitzmörtel

Anwendung	Abdichtungsmaterial	Materialgruppe	Hersteller	Applikationstechnik
SK	IPA Unimörtel Rapid, IPANEX Stopfmörtel, IPANEX Flächendicht WF	Mörtel	IPA Bauchemische Produkte GmbH, Egling	Abdichtung von Hand
SK	Spesan WS	Polyurethanharz	Spesan Handels-GmbH, A-Linz	Injektion
SK	AUTO SIL RAPID, AUTO SIL WATER	Blitzzement, Dichtschlämme auf Silicatbasis	ASAG Umwelttechnik, Neukirchen-Vluyn	Abdichtung von Hand
SK	Xypex Patch ´n Plug, Xypex Concentrate	Mörtel/Schlämme mit Kristallbildnern	Bawax GmbH, Celle	Abdichtung von Hand
SK; RA	Carbo Stop U, Carbo Crack Seal H	Polyurethanharz	Minova Carbo Tech GmbH, Essen	Injektion
SK	cft-Harz	Polyurethanharz	Minova Carbo Tech GmbH, Essen	Injektion
SK, RA	Carbo Cryl Wv	Acrylatgel	Minova Carbo Tech GmbH, Essen	Injektion
SK	E 2 F	Zementleim	Pagel Spezial-Beton GmbH Co. KG, Essen	Injektion
RA	E 1 F	Zementleim	Pagel Spezial-Beton GmbH Co. KG, Essen	Injektion

SK = Schachtkörper; RA = Rohranbindung

Tabelle 1: Abdichtung von Rohranbindungen und Schachtkörper – verwendete Materialien

vorgenommen. In deren Anschluss wurde das Injektionsmaterial bis zur vollständigen Abdichtung injiziert (Abbildung 3, unten). Diese Vorgehensweise erschien durchaus praxisnah; allerdings wurden bei der Zementleiminjektion auf Empfehlung der ausführenden Firma die Dichtblasen erst drei Tage später entfernt. In si-

tu müsste hier eine Dichtblase mit Durchgangsöffnung eingesetzt werden, um die Vorflut aufrechtzuerhalten.

Bei der Abdichtung der Schachtkörper wurden Stopf- und Flächenmörtel für die händische Verarbeitung und Gele, Harze bzw. Zementleim zur Injektion eingesetzt. Die Anwendung der



Abb. 2: Freilegung der Versuchskörper im Großversuchsstand: Gesamt-Injektionskörper (links); Injektionskörper an PVC-Rohr DN 150 (oben, rechts) und Steinzeugrohr DN 150 (unten, rechts)



Abb. 3: Applikation im Großversuchsstand: Abdichtung mittels Stopfmörtel, Eindrücken des Reparaturmörtels von Hand in eine Schachtringfuge (oben links) und von Stopfmörtel in eine Schadstelle (oben rechts); Abdichtung mittels Injektion, Bohren eines Packerlochs (unten links) und ausgetretenes Polyurethanharz aus der verdämmten Schachtringfuge (unten rechts)

Injektionsverfahren ähnelte der bei den Abdichtungen der Rohreinbindungen, allerdings erfolgten Vorabdichtungen ausschließlich mit Blitzmörtel. Die Anwendung der Stopf- und Flächenmörtel erfolgte in folgenden zwei Schritten: Zunächst wurde der Untergrund gereinigt, anschließend wurden die Materialien so lange händisch auf die Schadstellen aufgetragen, bis eine Dichtwirkung erzielt werden konnte (Abbildung 3, oben). Die ausführenden Firmen waren mit den anfallenden Arbeiten vertraut und kamen auch mit den beengten Arbeitsbedingungen im Schachtbauwerk gut zurecht.

Da sanierte Rohreinbindungen nachträglichen Verformungen und besonderen Betriebsbelastungen ausgesetzt sein können, wurden ergänzend die Auswirkungen von Abwinkelungen und Kanalreinigungsmaßnahmen auf die Dichtheit dieser Rohreinbindungen untersucht (Abbildung 4).

4 Abdichtung von Rohreinbindungen

Direkt nach der Injektion konnte bei allen Verfahren ein Abdichtungserfolg verzeichnet werden. Die zeitabhängigen Abdichtungsergebnisse mit den zugehörigen Wasserdrücken sind in Tabelle 2 dargestellt. Für GW I – und GW II – Kurzzeit ist zu erkennen, dass die *Zementleiminjektion* an den Einbindungen

DN 150 bereits nach kurzer Zeit undicht wurde und auch bei GW II undicht blieb. Bei DN 300 waren auch nach dem Anstieg des Grundwasserstands auf GW II keine Undichtigkeiten zu erkennen. Die *Gelinjektionen* waren in allen Fällen in der Kurzzeitbetrachtung dicht. Die bei GW I durchgeführten *Harzinjektionen* zeigten an den Einbindungen DN 150 innerhalb der ersten Woche nach Sanierung Feuchtefahnen ohne abflusswirksame Infiltration. Auch die Erhöhung des Grundwasserstands auf GW II brachte keine Verschlechterung dieses Zustands. Die Einbindungen DN 300 waren dicht. Die bei Grundwasserstand GW II durchgeführten Harzinjektionen zeigten in der Kurzzeitbetrachtung keinerlei Auffälligkeiten und waren somit dicht.

Die abgedichteten Rohreinbindungen wurden im Anschluss an die Kurzzeitbelastung weitere fünf Monate mit der Grundwasserstufe II (GW II – Langzeit) beaufschlagt. Im Ergebnis blieben alle Rohreinbindungen DN 300 dicht. Mit einer Ausnahme zeigten alle Rohreinbindungen DN 150 einen Wassereintrang, in sieben Fällen als Feuchtefahne (keine abflussrelevante Infiltration) und in zwei Fällen (Zementleim) als abflusswirksame Undichtigkeit (Abbildung 5, oben).

Das schlechtere Ergebnis bei der kleineren Nennweite DN 150 ist vermutlich auf die im Vergleich zu den Einbindungen DN 300 deutlich kleineren zu injizierenden Ringräume zu-

rückzuführen. Die Injektionspacker müssen hier in die Schachtwand gesetzt werden. Abbildung 6 verdeutlicht die Situation bei den unterschiedlichen Nennweiten. Während bei den Zulaufen mit kleineren Nennweiten (DN 150) einfach zylindrische Durchgänge vorlagen, fanden sich beim Anschluss der größeren Nennweite auch größere Ringräume mit abgestuften Durchgängen. Hier wäre zu hinterfragen, ob durch Erhöhung der Packer-Anzahl bei kleinerer Nennweite eventuell bessere Ergebnisse erzielt werden können.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Injektionsmaßnahmen auch langfristig stets zu einer deutlichen Verringerung des Wassereintrags führten. Nur im Fall des Zementleims wurden abflusswirksame Undichtigkeiten beobachtet. Überwiegend zeigten sich vollständig dichte Sanierungsergebnisse oder lediglich Feuchtefahnen.

5 Abdichtung des Schachtkörpers

Direkt nach den Maßnahmen am Schachtkörper waren alle Fehlstellen erfolgreich abgedichtet. Die zeitabhängigen Abdichtungsergebnisse mit den zugehörigen Wasserdrücken sind in den Tabellen 3 und 4 dargestellt.

Zementleiminjektionen sowie Stopf- und Flächenmörtel (Tabelle 3)

Im Beobachtungszeitraum GW II – Kurzzeit zeigten sich unterschiedliche Dichtwirkungen. Die Zementleiminjektionen

waren nur an drei Schadstellen bei einem Außenwasserdruck zwischen 0,5 und 1,0 mWs eingesetzt worden. Unter diesen Randbedingungen konnten in der Kurzzeitbetrachtung gute Ergebnisse erzielt werden. Bei den zementgebundenen Stopf- und Flächenmörteln traten unabhängig von der Art der Fehlstelle und vom anstehenden Wasserdruck feuchte Stellen auf. Dies muss im Zusammenhang mit anschließenden Beschichtungsmaßnahmen kritisch bewertet werden. Auch wenn der Wassereintrang an diesen Feuchtefahnen nicht messbar bzw. abflusswirksam ist, liegt dann dennoch drückendes Wasser vor, welches den Abbinde- bzw. Aushärtevorgang der Beschichtung stören kann. Im Fall des Silicatmörtels wurden unabhängig von der Fehlstellenart und dem Wasserdruck in der Kurzzeitbetrachtung keine Undichtigkeiten festgestellt. Inwieweit dies allein auf die Materialeigenschaften zurückzuführen ist, bleibt offen.

In der Beobachtungsphase GW II – Langzeit kam es an den exemplarisch mit Zementleiminjektion abgedichteten Stellen lediglich an einem Packer zu Feuchtefahnen, die jedoch keine abflusswirksame Infiltration zur Folge hatten. Ähnliche Feuchtefahnen stellten sich unabhängig von Fehlstellenart und Wasserdruck auch bei den Stopf- und Flächenmörteln ein. Hier war nun im Bereich der vorgeschädigten Schachtringfugen auch der Silicatmörtel betroffen, der hier im Zeitraum GW II – Kurzzeit noch keine Auffälligkeiten gezeigt hatte. Grund hierfür war vermutlich die nicht vollständig umlaufende Verfüllung der Schachtringfuge. So konnte es dort zu Hinterläufigkeiten kommen.



Abb. 4: Betriebsbelastung bei Abdichtungen an Rohranbindungen: sanierte Rohranbindungen zur Dichtheitsprüfung freigelegt (oben, links); Fahrzeug für Hochdruckreinigung (oben, rechts); Versuchsaufbau Abwinkelungsversuch (unten, links); Undichtigkeit einer Acryl-Injektion infolge Hochdruck-Reinigung (unten, rechts)

Harz- und Gelinjektionen sowie Mörtel mit Kristallbildnern (Tabelle 4)

Bei den Harzinjektionen wurden drei Varianten der Vorabdichtung ausgeführt: ohne, mit Mörtel oder mit PU-Schaum. Die Harz- und die Gelinjektionen waren bei allen Fehlstellen und Wasserdrücken im Beobachtungszeitraum GW II – Kurzzeit dicht und zeigten keinerlei Auffälligkeiten. Diese Verfahren scheinen damit zur unmittelbaren Vorbereitung von Beschichtungsmaßnahmen mit Blick auf die Abdichtungswirkung sehr gut geeignet zu sein. Hier bleibt jedoch zu berücksichtigen, dass auf der Schachtwand anhaftende Materialreste von zum Beispiel injizierten Harzen und Gelen entfernt werden sollten, um den Haftverbund der nachfolgend aufzutragenden Beschichtung nicht negativ zu beeinflussen. Der Mörtel mit Kristallbildnern zeigte ebenfalls ein sehr gutes Abdichtungsergebnis. Es waren keine undichten Bereiche zu erkennen. Jedoch wies die Oberfläche optisch eine sehr unregelmäßige Struktur mit stellenweiser Verfärbung auf.

Im Beobachtungszeitraum GW II – Langzeit traten bei den Harzinjektionen weitgehend unabhängig von Fehlstellenart und Wasserdruck Feuchtefahnen mit nicht abflussrelevantem Wassereindring auf, die teilweise im Lauf des Beobachtungszeitraums wieder abtrockneten. Bei den Gelinjektionen zeigten

sich beim Schadensbild „lokale Schädigung“ keine Feuchtefahnen, an allen anderen Schadstellen hingegen Feuchtefahnen mit nicht abflussrelevantem Wassereindring. Der Mörtel mit Kristallbildnern zeigte demgegenüber ein sehr gutes Abdichtungsergebnis. Es waren keine Undichtigkeiten zu erkennen. Festgestellte dunkle Bereiche in der Abdichtung hellten sich im Lauf der Zeit etwas auf. Bei Feuchtemessungen konnten jedoch keine erhöhten Messwerte gegenüber den restlichen Bereichen festgestellt werden (Abbildung 5, unten). Offen ist, inwieweit die Oberflächenbeschaffenheit (körnig, lose) bei diesem Material durch weitere Maßnahmen so verbessert werden kann, dass zum Beispiel durch weitere Beschichtung mit anderen Werkstoffen eine Schutzwirkung oder Verbesserung der Tragwirkung möglich wird.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Harze und Gele zeigten im Großversuch unter mehrtägigem Außenwasserdruck eine gute Abdichtung der schadhaften Schächte. Sie eignen sich daher auch zur Vorbereitung von Beschichtungsmaßnahmen. Bei längerer Außenwasserdruckbelastung kam es jedoch bei fast allen Harzen und Gelen zu geringfügigen Undichtigkeiten.

Material	Schadstelle	GW I – Kurzzeit		GW II – Kurzzeit		GW II – Langzeit			
		Druck [mWs]	Prüfergebnis	Druck [mWs]	Prüfergebnis	Druck [mWs]	Prüfergebnis		
Zementleiminjektion (saniert bei GW I)	DN 150, Steinzeug	0,3	U	2,1	U	2,1	U		
	DN 150, PVC		U		U		U		
	DN 300, Steinzeug	2,9	D	4,7	D	4,7	D		
	DN 300, PVC		D		D		D		
Gelinjektion (saniert bei GW I)	DN 150, Steinzeug	0,3	D	2,1	D	2,1	F		
	DN 150, PVC		D		D		F		
	DN 300, Steinzeug	2,9	D	4,7	D	4,7	D		
	DN 300, PVC		D		D		D		
Harzinjektion (saniert bei GW I)	DN 150, Steinzeug	0,3	F	2,1	F	2,1	F		
	DN 150, PVC		F		F		F		
	DN 300, Steinzeug	2,9	D	4,7	D	4,7	D		
	DN 300, PVC		D		D		D		
Gelinjektion (saniert bei GW II)	DN 150, Steinzeug	entfällt		2,1	D	2,1	F		
	DN 150, PVC				D		D		
	DN 300, Steinzeug			4,7	D	4,7	D		
	DN 300, PVC				D		D		
Harzinjektion (saniert bei GW II)	DN 150, Steinzeug			entfällt		2,1	D	2,1	F
	DN 150, PVC						D		F
	DN 300, Steinzeug					4,7	D	4,7	D
	DN 300, PVC						D		D

GW I: Wasserstand bei 2,9 m über Schachtsohle

F: Feuchtfahnen, D: dicht, U: undicht

GW II: Wasserstand bei 4,7 m über Schachtsohle

Tabelle 2: Großversuche unter Außenwasserdruck – Abdichtung der Rohreinbindungen

Schadstelle	Druck [mWs]	Zementleiminjektion		Stopf- und Flächenmörtel (mineralisch)		Stopf- und Flächenmörtel auf Schadstelle begrenzt (silicatisch)		
		GW II – Kurzzeit	GW II – Langzeit	GW II – Kurzzeit	GW II – Langzeit	GW II – Kurzzeit	GW II – Langzeit	
„Lokale Schädigung“ (LS)	LS 7	0,2	nicht saniert		D	D	D	D
	LS 5	1,2			F	F	D	D
	LS 3	2,7			D	F	D	D
	LS 1	3,7			D	D	D	D
	LS SU	4,2			D	D	D	D
„Schädigung Schachtringfuge“ (SF)	SF 7	0,5	D	D	F	entfällt	D	F
	SF 5	1,5	nicht saniert		D	F	D	F
	SF 4	2,5			F	entfällt	D	D
	SF 3	3,0			D	F	D	D
	SF 2	3,5			F	entfällt	D	F
	SF 1	4,0			F	F	D	F
„Flächige Undichtigkeit“ (FU)	FU 6	0,8			D	D	D	D
	FU 4	2,0	nicht saniert		F	entfällt	D	D
	FU 2	3,3			F	entfällt	D	D
unplanmäßig Undichte Schachtringfuge (SF 6)	1,0	D	Feuchtfahnen am Packer	F	D	entfällt		

Schädigungen LS, SF, FU: vgl. [2]

F: Feuchtfahnen, D: dicht, U: undicht; GW I: Wasserstand bei 2,9 m über Schachtsohle; GW II: Wasserstand bei 4,7 m über Schachtsohle

Tabelle 3: Großversuche unter Außenwasserdruck – Abdichtung Schachtkörper (1)

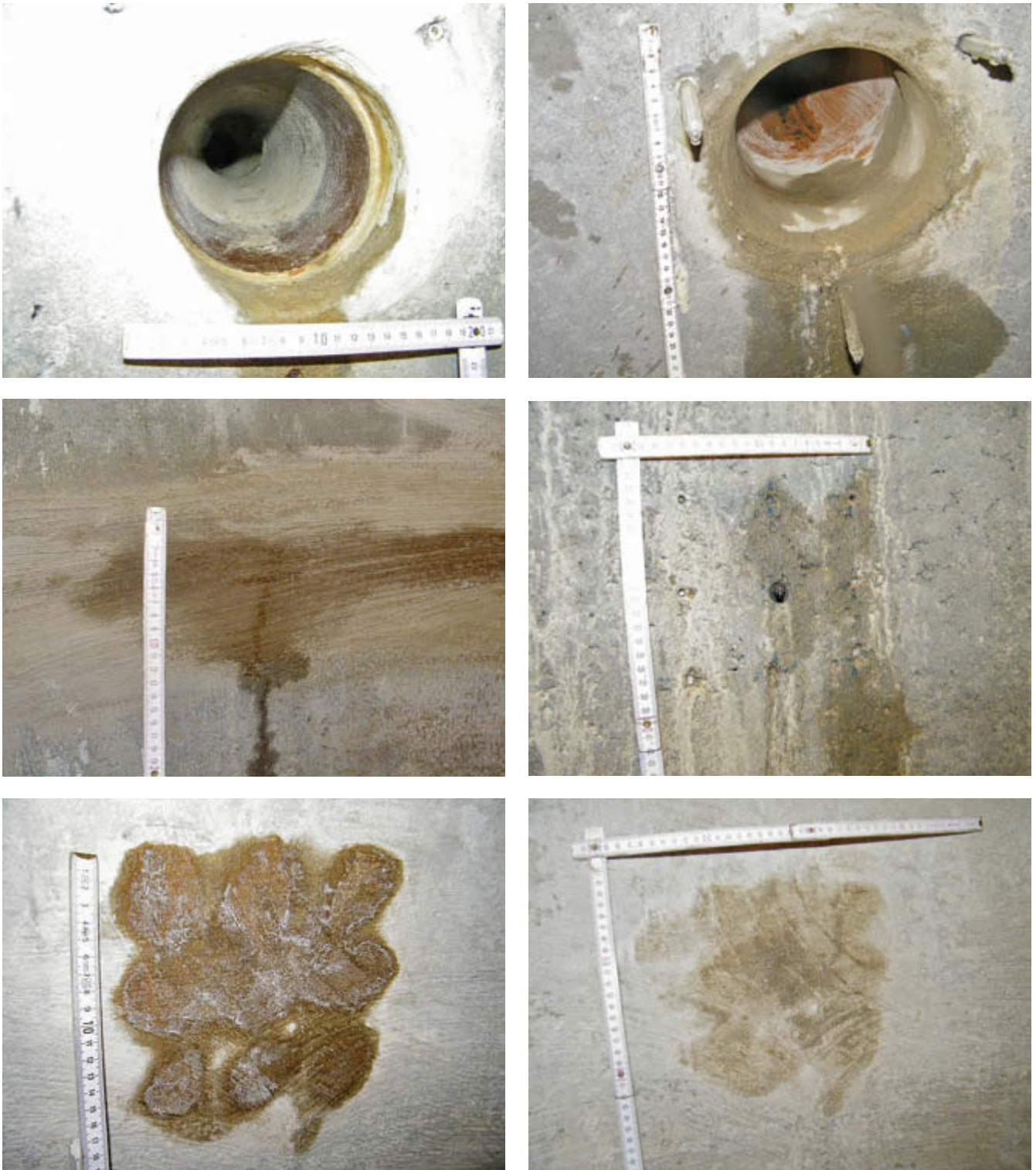


Abb. 5: Ergebnisse der Großversuche unter Außenwasserdruck: Rohranbindungen DN 150 mit Feuchtefahne (oben, links) und mit abflusswirksamer Undichtigkeit (oben, rechts); Injektionsstellen im Schachtkörper mit Feuchtefahnen, saniert mit Harz (Mitte, links) und mit Gel (Mitte, rechts); Mörtel mit Kristallbildnern nach Auftrag mit dunkler Verfärbung und größerer Ausdehnung (unten, links) sowie nach 13 Wochen mit hellerer Oberfläche und geringerer Ausdehnung (unten, rechts)

Bei den Stopf- und Flächenmörteln traten unabhängig von der Art der Fehlstelle und vom anstehenden Wasserdruck Feuchtefahnen auf. Diese müssen insbesondere bei im Anschluss aufgetragenen Beschichtungen kritisch bewertet werden. Auch wenn der Wassereindrang an diesen Feuchtefahnen nicht messbar bzw. abflusswirksam ist, liegt doch drückendes

Wasser hinter der Beschichtung, das den Abbinde- bzw. Aushärtvorgang beeinflussen und somit auch den Haftverbund stören kann. Der Einsatz von Stopf- und Flächenmörteln empfiehlt sich demnach vorwiegend für eine Erstabdichtung gegenüber starkem Wasserzustrom, zum Beispiel zur Vorbereitung einer weiterführenden Injektionsmaßnahme. Deutlich



Abb. 6: Aufbau der Großversuche, Detailansicht der Rohreinbindungen: kleine Ringräume bei DN 150 (oben) und größere, abgestufte Ringräume bei DN 300 (unten)

besser als Stopf- und Flächenmörtel schnitt der Silicatmörtel ab. Hier waren alle Fehlstellen in der Kurzzeitbetrachtung dicht. Lediglich in der Langzeitbetrachtung an nicht vollständig verfüllten Schachtringfugen wurden hier Feuchtefahnen festgestellt.

Die Abdichtung der Rohranbindungen mit kleinerem Durchmesser (DN 150) zeigte sich auch bei Einsatz von Harzen und Gelen als wenig zuverlässig. Vermutlich ist dies auf die geometrische Ausbildung des zu sanierenden Schachtfutters zurückzuführen. Die zu injizierenden Ringräume sind hier deutlich kleiner als bei größeren Rohranbindungen (DN 300), sodass die Injektionspacker nicht direkt in den Ringraum, sondern in die Schachtwand gesetzt werden müssen. Anzahl und Positionen der Packer sind gegebenenfalls hierauf abzustimmen.

Eine Sonderstellung nahm die oberflächliche Anwendung eines kristallbildenden Mörtels zur Abdichtung des Schachtkörpers ein. Der Anwendungsbereich ist hier noch ungeklärt. Im Versuch wurde die Dichtwirkung zwar unterstützt, ein Beitrag zur Trag- bzw. Schutzwirkung (Korrosion) war aber nicht zu erkennen. Auch ist offen, inwieweit die Oberflächenbe-

Schadstelle	Druck [mWs]	Harzinjektion				Gelinjektion		Mörtel mit Kristallbildner	
		GW II – Kurzzeit	GW II –Langzeit			GW II – Kurzzeit	GW II – Langzeit	GW II – Kurzzeit	GW II – Langzeit
Vorabdichtung:		alle	ohne	Mörtel	PU- Schaum	keine	keine	keine	
„Lokale Schädigung“ (LS)	LS 7	0,2	D	D	entfällt	D	D	D	D
	LS 5	1,2	D	D	entfällt	D	D	D	D
	LS 3	2,7	D	D	entfällt	F =>D	D	D	D
	LS 1	3,7	D	D	entfällt	D	D	D	D
	LS SU	4,2	D	F =>D	entfällt	F =>D	D	D	D
„Schädigung Schachtring- fuge“ (SF)	SF 7	0,5	D	F	F	F =>D	D	F	D
	SF 5	1,5	D	F	entfällt	F	D	F	D
	SF 4	2,5	D	F	F	D	D	D	D
	SF 3	3,0	D	F	entfällt	F	D	D	D
	SF 2	3,5	D	F	F	D	D	D	D
	SF 1	4,0	D	D	entfällt	D	D	D	D
„Flächige Undichtig- keit“ (FU)	FU 6	0,8	D	F	entfällt	D	D	D	D
	FU 4	2,0	D	F	F	F	D	F	D
	FU 2	3,3	D	F	F	F	D	F	D
Undichte Schachtring- fuge (SF 6)	1,0	D	F	F	D	D	F	ungleichmäßige Optik (helle und dunkle Stellen)	
Packer an SF 4	2,5					U			

Schädigungen LS, SF, FU: vgl. [2]

F: Feuchtefahnen, D: dicht, U: undicht GW I: Wasserstand bei 2,9 m über Schachtsohle GW II: Wasserstand bei 4,7 m über Schachtsohle

Tabelle 4: Großversuche unter Außenwasserdruck – Abdichtung Schachtkörper (2)

schaffenheit (körnig, lose) bei diesem Material durch weitere Maßnahmen so verbessert werden kann, dass zum Beispiel durch weitere Beschichtung mit anderen Werkstoffen eine Schutzwirkung oder Verbesserung der Tragwirkung möglich wird.

Im Gesamtblick der Ergebnisse zeigte sich, dass die beobachteten Abdichtungsmaßnahmen am Schachtkörper – mit Ausnahme des Stopf- und Flächenmörtelinsatzes – gute Kurzzeiterfolge zeigten und damit grundsätzlich zur vorbereitenden Abdichtung bei Beschichtungsmaßnahmen geeignet sind. Die Langzeitwirkung bleibt allerdings mit Blick auf den Schutz von Beschichtungsmaßnahmen vor Außenwasserdruck zweifelhaft. Die Maßnahmen an Rohreinbindungen führten – mit Ausnahme von Zementleiminjektionen – zu langfristig guten Ergebnissen mit nahezu vollständigem Ausschluss von Wassereindring.

Weitere Projektergebnisse werden in den folgenden Teilen der Artikelserie vorgestellt. KA 11/2011 befasst sich mit Beschichtungsverfahren unter Einsatz mineralischer und polymerer Systeme. In KA 12/2011 werden die praxisrelevanten Erkenntnisse und Schlussfolgerungen unter anderem zu Planungshinweisen für Netzbetreiber zusammengefasst.

Literatur

- [1] IKT: *Abwasserschächte – Überwachung, Prüfung und Sanierung, Teil 1: Voruntersuchungen*, Endbericht zum Forschungsvorhaben, gefördert durch das MUNLV NRW, IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, 2006
- [2] Liebscher, M., Gillar, M., Bosseler, B.: *Sanierung von Abwasserschächten – Untersuchung von Materialien und Systemen zur Abdichtung und Beschichtung. Teil 1: Aufgabenstellung und Untersuchungsprogramm, KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2011, 58 (8), 734–742*
- [3] IKT: *Sanierung von Abwasserschächten – Untersuchung von Materialien und Systemen zur Abdichtung und Beschichtung*, Endbericht zum Forschungsvorhaben, gefördert durch das MKULNV NRW, IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur, Gelsenkirchen, 2011

Autoren

Dipl.-Ing. Martin Liebscher

Dipl.-Ing. Markus Gillar

PD Dr.-Ing. Bert Bosseler

IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur gGmbH

Exterbruch 1, 45886 Gelsenkirchen

E-Mail: info@ikt.de

KA