Abb.: BPK Brunnen- und Pumpen Service

Glasfaser-Manschetten für Trinkwasserbrunnen und Grundwassermessstellen

Wie lassen sich Schäden (z. B. in Form von Rissen, Löchern, offenen Rohrverbindungen und Rohrversatz) in vertikalen und horizontalen Brunnen sowie vertikalen Grundwassermessstellen reparieren? Seit rund 15 Jahren können ab einem Durchmesser DN 150 Schadstellen mit Edelstahl-Manschetten (VA, Quicklock) abgedichtet und saniert werden. Für kleinere Durchmesser wurden nun Überlegungen angestellt, ein Verfahren der partiellen Sanierung mit Manschetten aus Glasfasermatten im Brunnenbereich anzuwenden. Hierfür musste jedoch zunächst ein geeignetes Harz gefunden werden. Der nachfolgende Artikel gibt eine Übersicht über die ersten Erfahrungen bei der Anwendung dieses neuen Verfahrens.

Eine erste Möglichkeit, das Sanierungsverfahren in einem großen Brunnen zur Anwendung zu bringen, ergab sich im Jahr 2013: Ein Stadtwerk betreibt ein etwa 100 Jahre altes Wasserwerk, welches in Zeiten von erhöhtem Wasserbedarf zum Einsatz kommt. Geologisch liegt es im Bereich eines großen Senkungsfeldes einer Flussterrasse. Dort hatte der Fluss im Lauf der jüngeren erdgeschichtlichen Entwicklung Sande und Kiese in einer Mächtigkeit von bis zu 30 m als wichtigstes Grundwasserreservoir abgelagert. Das Grundwasser ist bei einem Flurabstand von durchschnittlich 5-9 m leicht zugänglich und strömt mit einer Geschwindigkeit von 1-3 m/Tag im Untergrund dem Fluss zu.

Die besagten Brunnen liegen etwa 400 m vom Flussufer entfernt in einer mächtigen Grundwasserschicht; so wird die Wasserqualität weder vom Flusswasser noch von der Flusswasserhöhe beeinflusst. Die Wasserfassungsanlagen selbst bestehen aus einer unterirdischen Brunnengalerie mit vier Vertikalbrunnen, welche als Hebeanlage betrieben wird. Die vier Brunnen sind durch einen Stollen miteinander verbunden, um die unterirdische Wassersammelleitung mit den Brunnenköpfen zu verbinden. Über den Brunnen geht jeweils ein Schacht zur Oberfläche, um Wartungs- und Servicearbeiten an den Brunnen durchführen zu können. Die gesamte Anlage wurde seinerzeit in offener Bauweise erstellt, der Ausbau der Brunnen erfolgte mit Voll- und Filterrohren DN 400 aus Steinzeug.

Die Brunnenköpfe sind mit einem Konus auf DN 250 verjüngt – Diese Besonderheit sollte allen Beteiligten noch Kopfzerbrechen bereiten. Aus damaliger Sicht waren Steinzeug-Rohre jedoch eine gute Wahl, da sie relativ preisgünstig, langlebig und korrosionsbeständig sind und das Material für die damaligen Regenerierverfahren mit Bürsten, Kolben, Auskochen und chemischer Behandlung mit Säuren gut geeignet war. Kunststoffrohre für Brunnen hingegen gab es zu dieser Zeit noch nicht, Stahlrohre wiederum waren teuer und nicht korrosionsbeständig, Kupferrohre waren noch kostenintensiver, dafür aber relativ korrosionsbeständig und Edelstahl war zu dieser Zeit gerade erst erfunden worden und sehr teuer.

Maroder Brunnen als Ausgangslage

Einer dieser Brunnen war seit Jahren stillgelegt und sollte wieder in Betrieb genommen werden. Im Rahmen einer Überprüfung und Instandsetzungsmaßnahme der Brunnengalerie wurden alle Brunnen zunächst mit einer Kamerabefahrung in Augenschein genommen. Bei diesen TV-Untersuchungen wurden an dem stillgelegten Brunnen Schäden festgestellt: Dabei handelte es sich in erster Linie um Scherbenbildung und ein Loch im Muffenbereich in etwa 14,5 m Teufe, wobei der Filterkies deutlich sichtbar war (Abb. 1). Auf dem Brunnenboden war ebenfalls Kies erkennbar; der Wasserspiegel war zu diesem Zeitpunkt etwa 0,5 m unter dem Brunnenkopf. Damit war eine konkrete Gefahr für den Brunnen nachgewiesen: Durch das Loch können der Filterkies und auch das anstehende Lockergestein, welches aus Sand und Kiesablagerungen der Rhein-Terrasse besteht, in den Brunnen infiltrieren. Das Einfließen von Filterkies in den Brunnen zerstört die Kiesschüttung um das Brunnenfilterrohr und kann bei Kiessturz zu einem Zusammenbruch des Brunnenausbaus führen. Bei einem fortschreitenden Prozess besteht die Gefahr, dass das ganze Brunnenbauwerk durch langsame Absenkung der Tagesoberfläche oder durch plötzlichen fallenden Tagesbruch zerstört wird.

Etablierte Sanierungsverfahren scheiden aus

Um diese Gefährdung für die Brunnengalerie zu unterbinden, wurden Überlegungen zur Wiederherstellung der Standsicherheit des Brunnens angestellt und verschiedene Reparaturverfahren diskutiert. Das einfachste und zugleich schnellste Verfahren ist das Setzen einer VA-Manschette in dem beschädigten Abschnitt. Diese Möglichkeit schied jedoch aus, da der Mindestdurchmesser von 280 mm einer eingefahrenen VA-Manschette für einen Rohrdurchmesser DN 400 nicht durch den Brunnenkopf mit DN 250 passt. Eine weitere Möglichkeit wäre das Einbauen einer Einschubverrohrung und eine Hinterfüllung des Ringraumes zwischen Brunnenrohr und Einschubrohr mit Filterkies. Durch diese Maßnahme wäre die Förderfähigkeit des Brunnen jedoch reduziert worden.

Als Alternative zu den etablierten Sanierungsverfahren kam der Vorschlag auf, eine GFK-Manschette in das Steinzeug-Rohr einzukleben. Bei dieser Maßnahme galt es nur im Vorfeld zu überprüfen, ob GFK-Material und Harze mit Trinkwasserzulassung vorhanden sind. Diesem Vorschlag stimmten die Stadtwerke zu.

In der Folgezeit begannen die Recherchen: Ein geeigneter Sanierungspacker, der durch die Öffnung des Brunnenkopfes passt und auf DN 400 aufgedehnt

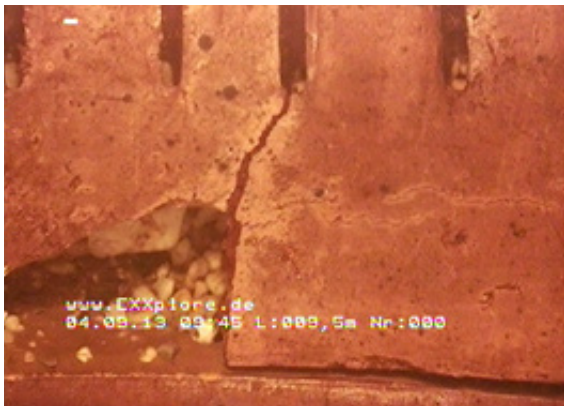

Abb. 1 – Loch im Steinzeugfilter mit sichtbarer Kiesschüttung

werden kann, wurde durch tatkräftige Unterstützung der Firma Hoffmann Umwelttechnik (Krefeld) schnell gefunden. Die Suche nach einem Harz gestaltete sich etwas aufwendiger, aber nach umfangreichen Recherchen durch die Firma Fluvius (Düsseldorf) konnte ein Epoxidharz gefunden werden, welches die erforderlichen Eigenschaften für den Sanierungsfall unter Wasser erfüllt. Dieses Harz muss bei Wassertemperaturen von ca. 8 °C aushärten, eine ausreichende Topfzeit von mindestens 20 Minuten haben und darf keine Stoffe ins Trinkwasser abgeben. Die damit entwickelte Sanierungstechnik ist in vielerlei Hinsicht eine Besonderheit, verstoßen die genannten Anforderungen doch gegen alle Regeln der Sanierungstechnik, denn Kälte ist für die Aushärtung der normal verwendeten Sanierungsharze nicht zuträglich.

BuG
1/8 Seite

Nachdem ein Epoxidharz mit den entsprechenden technischen Eigenschaften und vor allem erteilter Trinkwasserzulassung, d. h. mit erfolgreichen Prüfungen nach KTW A und DVGW-W 270, gefunden war, wurde ein neuartiger GFK-Strickstrumpf anstatt einer herkömmlichen Glasfasermatte ausgewählt. Dieser Strumpf wird auf Maß für den jeweiligen Anwendungsfall gefertigt und kann alle Dehnbewegungen des Setzpackers mitmachen.

Tests im Versuchsstand

Nachdem alle Komponenten für das Sanierungsprojekt vorhanden waren, wurde zunächst auf einem Versuchsstand ein Test unter ähnlichen Bedingungen wie in dem zu sanierenden Brunnenbauwerk durchgeführt. Dazu wurde ein Steinzeug-Rohr DN 150 vorbereitet und in ein mit Wasser gefülltes PVC-Rohr gestellt. Im Anschluss erfolgte die Durchführung aller Arbeitsschritte für die Konfektionierung des GFK-Strumpfes, die Anmischung und das Einlaminieren des Harzes in den Strumpf und das Überstülpen des mit Harz getränkten GFK-Strumpfes unter Einsatzbedingungen.

Nach dem Fixieren der GFK-Manschette auf dem Setzpacker wurde dieser in das Steinzeug-Rohr eingefahren und mit Druckluft aufgeweitet. Nach ca. sechs Stunden Aushärtezeit wurde der Packer anschließend entspannt und gezogen. Die Manschette saß erwartungsgemäß glatt und gleichmäßig an der Rohrwand an und hatte glatte Übergänge (Abb. 2).

Die Ergebnisse dieser Vorab-Tests wurden in einer Besprechung mit den Stadtwerken vorgestellt. Da das Ergebnis des Setzversuches erfolgreich war, wurde in der Folge kurzfristig ein Termin anberaumt, da steigende Grundwasserstände keine lange Wartezeit mehr zuließen.

Durchführung der Arbeiten

Für die Sanierungsarbeiten wurde eine typische Brunnenservice-Kolonne mit einem Servicewagen sowie einem Allrad-LKW mit Heckladekran mit Winde eingesetzt. Der Kran wurde benötigt, um den mit ca. 180 kg beschwerten Packer schnell in den Brunnen einfahren zu können. Dieses enorme Gewicht war notwendig, um den Packer beim Aufweitprozess nicht auftreiben zu lassen. Der Setzvorgang musste schnell erfolgen, da nach zehn Minuten Anmischen und Einlaminieren nur noch weitere zehn Minuten für das Einfahren und Aufweiten des Packers zur Verfügung standen.

Dieses enge Zeitfenster resultierte verständlicherweise in einem enormen Druck bei den Mitarbeitern der Service-Kolonne, da bisher keiner der Beteiligten einen Setzversuch mit einer GFK-Manschette in dieser Teufe unter Wasser durchgeführt hatte und somit bei diesem Prototyp auch keine Erfahrungswerte vorlagen.

» Der Setzvorgang erfolgt unter enormem Zeitdruck: Nach dem Anmischen des Harzes und dem Einlaminieren verbleiben noch rund zehn Minuten für das Einfahren und Aufweiten des Packers «

Nach erfolgter Laminierung wurde der GFK-Strumpf auf den Packer gestülpt und fixiert. Anschließend wurde der Packer mit dem Ladekran über den Brunnen gehoben und mit dem bereits vorab am Brunnen abgehängten 180-Kilo-Gewicht verbunden.

Dann wurde mit höchster Geschwindigkeit der Packer in den Brunnen eingefahren und unter ständiger Beaufschlagung mit Druckluft auf Setzteufe gefahren. Bei Erreichen der Setzteufe von 14,5 m mit der Manschettenmitte erfolgte die Aufweitung des Packers.

Alle Arbeiten im Brunnen wurden permanent mit einer kleinen Brunnenkamera überwacht, sie ermöglichte eine kontinuierliche Beobachtung des Packers. Auch wurde der Aushärteprozess ständig durch die Überwachung des Packerdrucks sowie durch stündliches Beobachten eines laminierten Teststückes, welches in den Brunnen unter Wasser eingehängt wurde, kontrolliert. Nach etwa sechs Stunden wurde der Packer entspannt und gezogen, an diese Maßnahme schlossen sich eine Kamerabefahrung sowie eine Begutachtung der Sanierungsstelle an.

Wie erwartet, saß die GFK-Manschette an der richtigen Position und hatte die Schadstelle abgedeckt, darüber hinaus lag sie ebenmäßig mit glatten Übergängen am Rohr an.

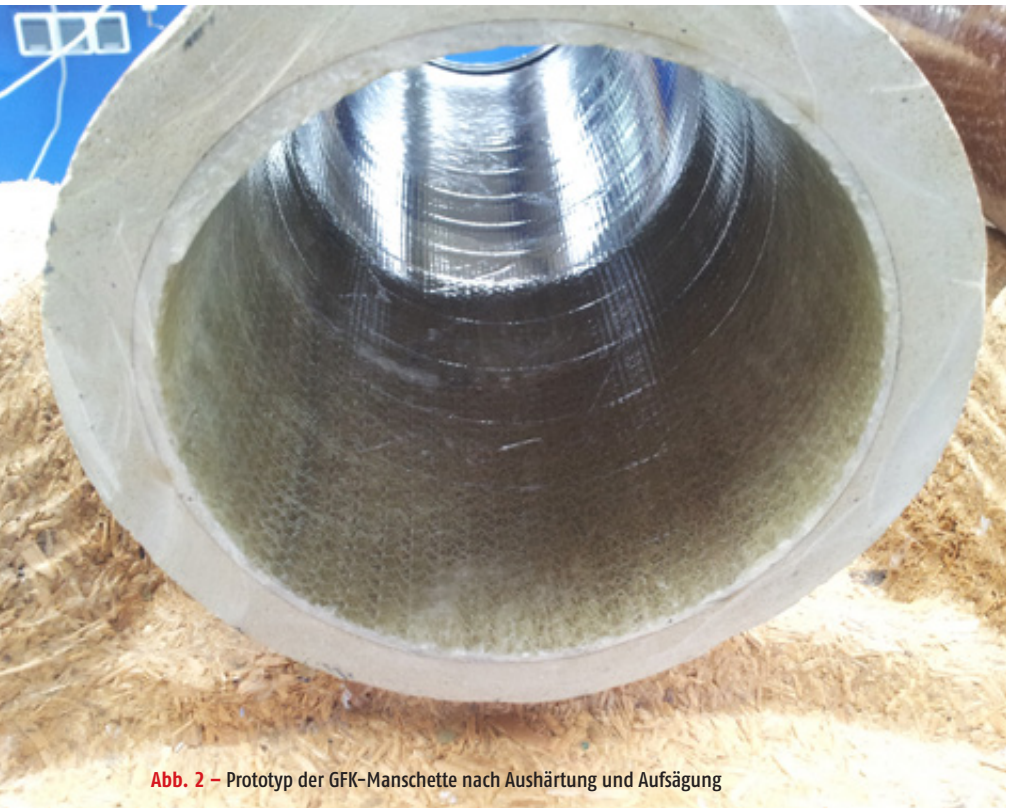

Abb. 2 – Prototyp der GFK-Manschette nach Aushärtung und Aufsägung

Im Verlauf der Sanierung konnten weitere Beobachtungen gemacht werden: So zog sich der gewählte Sanierungspacker beim Aufweitprozess etwas zusammen, und mit ihm auch der GFK-Strumpf in der gleichen Höhe. Dieses Phänomen ist bei der Dimensionierung von zukünftigen GFK-Manschetten zu beachten.

Mit dem erfolgreichen Abschluss der Sanierungsmaßnahme war der Beweis erbracht, dass schadhafte Brunnenrohre über und unter Wasser mit GFK-Strumpf-Manschetten repariert und abgedichtet werden können. Obwohl das Verfahren eigentlich nur für kleine Durchmesser angedacht war, konnte es in der Folge auch bei einer Sanierung mit größerem Durchmesser seine Tauglichkeit unter Beweis stellen.

Beispiel 2: Sanierung eines Raffinerie-Betriebsbrunnens

Ein Betriebsbrunnen in einer Raffinerie mit Kiesklebe-Eternit-Rohr DN 600 als Ausbaumaterial, hatte sechs undichte Rohrverbindungen im oberen Vollrohrbereich. Diese Undichtigkeiten führten zu einem erheblichen Grundwasserkurzschluss; dabei strömte das Grundwasser des ersten Grundwasserstockwerkes durch die undichten Muffen in den Brunnen. An einer der Muffen war in der Vergangenheit schon ein Sanierungsversuch mit einer VA-Manschette erfolgt, diese war aber undicht: Vermutlich war bei Ausbauarbeiten der Steigleitung ein Flansch an der VA-Manschette hängengeblieben und hatte dabei die Unterseite der Manschette aufgebogen und somit die Undichtigkeit verursacht.

Die sechs Muffen konnten im Verlauf der Maßnahme erfolgreich mit der Glasfaser-Manschette abgedichtet werden. Dabei wurde neben dem Glasfaserstrumpf auch eine normale Glasfasermatte eingesetzt. Diese erwies sich in der Verarbeitung sowohl bei der Laminierung als auch beim Montieren und Fixieren auf dem Setzpacker als wesentlich handlicher und hatte auch ein besseres Setzbild aufzuweisen (Abb. 3 & 4). Die undichte Edelstahl-Manschette wurde erfolgreich mit zwei Glasfaser-Manschetten dicht überklebt. Die aufgebogene Unterseite der VA-Manschette hatte anschließend einen glatten Übergang, zukünftig Verhakungen waren damit unmöglich.

Der Erfolg der Sanierungsmaßnahme stellte sich unmittelbar nach Abdichtung der sechs Muffen ein, da der Wasserspiegel nach der Sanierung um zwei Meter gefallen war. Somit strömte kein Wasser

Abb. 3 – GFK-Strumpfmanschette bei Montage auf Packer

Abb. 4 – Einfahrt GFK-Manschette in Brunnen DN 600

» Im Vergleich zu VA-Manschetten können Glasfaser-Manschetten bereits bei kleineren Nennweiten ab DN 50 erfolgreich eingesetzt werden. «

mehr aus dem oberen Grundwasserstockwerk in den Brunnen und der Grundwasserkurzschluss war gestoppt.

Auch bei dieser Sanierungsmaßnahme konnten wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden: So besteht bei starken Infiltrierungen die Gefahr, dass Harz aus dem Glasfasermaterial ausgewaschen wird. In dem hier beschriebenen Fall musste eine Manschette überklebt werden, um die undichte Stelle endgültig abzudichten. Es wurden auch Überlegungen angestellt, Einlagen in das Glasfasergewebe einzuarbeiten und die Überlappung der Glasfaserlagen zu vergrößern, um durchgängige Auswaschungen zu unterbinden.

Beispiel 3: Geothermiebrunnen DN 200

Der dritte beschriebene Anwendungsfall zeigt die Schwierigkeiten des Verfahrens auf: In einem Geothermiebrunnen DN 200 sollten 2,5 m Filterstrecke aus VA-Wickeldraht abgedichtet werden, weil die Filteroberkante im Pumpbetrieb trocken fiel und der Brunnen dadurch in kürzester Zeit verockerte.

Vor der Sanierung wurde der Brunnen durch Hochdruckinnenspülung und Druckwellen-Impulsgenerator regeneriert. Bei dieser Sanierung wurde ein 3,5 m langer Packer ausgewählt (Abb. 5). Die Filterstrecke sollte in einem Setzvorgang mit Glasfasermatten zugesetzt und abgedichtet werden, bei minimalster Querschnittsverringerung.

Bei den Einbauarbeiten der Glasfaser-Manschette trat jedoch ein Messfehler auf, sodass die optisch gut gesetzte Manschette etwa 0,5 m zu hoch saß. In der Folge musste noch ein halber Meter Filterstrecke zugesetzt werden, zu diesem Zweck wurde ein kurzer Sanierungspacker gewählt. Bei den nachfolgenden Einbauarbeiten wurde der Packer bei der Einfahrt in den Brunnen wahrscheinlich zu weit aufgeblasen, denn er verhakte sich mehrfach. Die daraufhin getroffene Entscheidung, den Packer nicht sofort zu entlüften und auszufahren, stellte sich in der Folge als Fehler heraus: Wie sich nach sechs Stunden Aushärtung bei der Kamerakontrolle zeigte, hatte sich die Glasfaser-Manschette bei der Einfahrt vom Packer abgestreift und sich in der ersten Manschette verfaltet verklebt. Der Brunnen war damit blockiert und nicht mehr nutzbar.

Hier musste ein weiteres Sanierungsverfahren gefunden werden, um die falsch gesetzte Glasfaser-Manschette zu entfernen, ohne den Brunnenausbau und die richtig sitzende Manschette zu beschädigen. Erneut wurde eine Technik aus der Kanalsanierung zum Einsatz gebracht: Eine mit einem Hochdruckspülaggregat angetriebene, speziell zentrierte Schlagbohrfräse wurde in den Brunnen einge-

Abb. 5 – Langer Sanierungspacker für GFK-Manschette 2,5 m Länge DN 200

Abb. 6 – Bergung des ausgefrästen GFK-Reststückes

fahren. Die Schneidplatte der Fräse war dafür mit Hartmetall-Schneidmessern ausgerüstet, welche so angeordnet waren, dass die Brunnenwand nicht beeinträchtigt werden konnte. Nach langsamem Fräsen war die falsche Glasfasermatte nach mehreren Stunden aus dem Brunnen ausgefräst. Das letzte GFK-Stück fiel dabei in den Brunnen, konnte aber nach aufwendigen Fangarbeiten mit einem Setzpacker aus dem Brunnen geborgen werden (Abb. 6). Im Anschluss daran wurde der letzte halbe Meter Filterstrecke erfolgreich mit einer neuen Glasfaser-Manschette abgedichtet. Der Brunnen war damit saniert und betriebsbereit. Obwohl die beschriebenen Komplikationen die Sanierung dieses Geothermiebrunnens zu einer wahren Herausforderung machten, konnten auch in diesem Fall wichtige Erkenntnisse für den weiteren Einsatz des Verfahrens gezogen werden.

Beispiel 4: Wäscherei-Betriebsbrunnen

Der vierte Einsatzfall lag dann endlich einmal im ursprünglich geplanten Durchmesserbereich: Der Betriebsbrunnen einer Wäscherei mit PVC-Ausbau DN 100 sollte regeneriert werden. Bei der TV-Untersuchung im Vorfeld der Maßnahme stellte sich heraus, dass die Filterstrecke stark mit Verockerungen belegt war und eventuell vorhandene Schäden in der Folge nicht erkannt werden konnten. Nach der Regenerierung durch eine Hochdruckinnenspülung wurde zur Endkontrolle eine TV-Untersuchung durchgeführt, bei der ein faustgroßes Loch im Filterbereich festgestellt wurde.

In diesem Fall gelang die Sanierung ohne Komplikationen, und nachdem die Glasfaser-Manschette erfolgreich gesetzt worden war, war der Brunnen nach nur einem Sanierungstag wieder vollständig einsatzbereit. Ohne das Sanierungsverfahren mit Glasfaser-Manschette hingegen hätte der Brunnen überbohrt oder verfüllt werden müssen.

Beispiel 5: Trinkwasserbrunnen DN 1000

Bei diesem Brunnen mit beschichtetem Stahlrohr wurde nach einer Regenerierung im Rahmen eines Pumpversuchs eine durch Lochfraß induzierte Wasserinfiltration unterhalb des Ruhewasserspiegels festgestellt. Da VA-Manschetten in dieser Größe nicht lieferbar sind und auch kein Rohreinschub eingebaut werden sollte, wurde erneut das Sanierungsverfahren der partiellen Glasfaser-Manschette gewählt. Dafür waren natürlich ein großer Setzpacker mit schwerem Senkgewicht und ein großer Kranwagen notwendig. Da die Maßnahme im Winter stattfand, war darüber hinaus ein beheiztes Zelt erforderlich, um die Glasfaser-Manschette mit entsprechend temperiertem Harz zu laminieren und auf dem Packer zu montieren. Die Undichtigkeit wurde durch die Setzung der Glasfaser-Manschette im Verlauf der Sanierungsarbeiten erfolgreich beseitigt.

Zusammenfassung

Die in diesem Beitrag erläuterten Beispiele zeigen, dass schadhafte Brunnenrohre über und unter Wasser mit GFK-Manschetten repariert und abgedichtet werden können. Somit steht ein neues Sanierungsverfahren für Brunnen und Grundwassermessstellen zur Verfügung, welches ab Durchmessern von DN 50 bis DN 1000 eingesetzt werden kann.

Das GFK-Manschetten-Verfahren vereint hierbei eine Vielzahl von Vorteilen in sich: Dazu zählen die Einsetzbarkeit ab DN 50 (VA-Manschetten: ab DN 150), die geringen Wanddicken, die glatten Übergänge im Rohr und die günstigen Materialien. Auch die Tatsache, dass die Manschettenlänge frei gewählt werden kann, die Ausfräß- und Überbohrbarkeit, die Beständigkeit gegen Chemikalien sowie nicht zuletzt die Einsatzmöglichkeiten sowohl in horizontalen als auch in vertikalen Brunnen machen das Verfahren zu einer echten Alternative. Diesen zahlreichen Vorteilen stehen als Nachteile lediglich die vergleichsweise lange Aushärtungszeit sowie die relativ kurze Topfzeit entgegen.

Mittlerweile sind von der BPK Brunnen- und Pumpen Service sechs vertikale Brunnen von DN 100 bis DN 1000 mit dem GFK-Manschetten-Verfahren erfolgreich saniert worden. Auch eine erste Sanierung mit dem Verfahren in einem Horizontalfilterbrunnen wurde inzwischen erfolgreich abgeschlossen.

Danksagung

Der Autor bedankt sich bei Karl-Heinz Blank, Markus Hoffmann, Ricada Bockreis, Markus Frede, Christian Schönfeld sowie dem kürzlich verstorbenen Dr. Peter Marquardt und den Brüdern Paikert für die tatkräftige Unterstützung bei den beschriebenen Projekten sowie den Mitarbeitern für die gelungenen Durchführungen.

Autor

Martin Knobbe
BPK Brunnen- und Pumpen Service
Schalker Straße 44
45327 Essen
Tel.: 0201 83011-32
Fax: 0201 83089-78
post@brunnen-dienst.de
www.brunnen-dienst.de

Stüwa
1/4 Seite hoch
90 x130