

geschleuderten GFK-Rohre von Hobas dort zum Einsatz kamen, wo Straßenabschnitte mittels Vortrieb untertunnelt werden mussten. Unterhalb der örtlichen Provinzstraße und der Autobahn A4 greifen die beiden Rohrtechnologien sogar unmittelbar ineinander: Hobas-Rohre dienen dort als schützender Mantel, in den anschließend Flowtite-Druckrohe mit Distanzringen eingesetzt wurden.

Die Arbeiten am Flughafen Krakau starteten im November 2017 und werden voraussichtlich schon vorzeitig Anfang 2019 abgeschlossen sein. Der Einbau des neuen Abwassersystems schafft die Grundlage für einen künftigen Ausbau des Flughafens und die weitere Steigerung seines internationalen Stellenwertes.

Weitere Informationen:

www.amiblu.com



Vergleichende Betrachtung unterschiedlicher Düsenrotationsaggregate bei der Regenerierung von Brunnen im Druckwellenimpulsverfahren mit Wasserhochdruck

Historie: Von „UNINOZ®“ zu „MAXINOZ®“

Im Jahr 1991/92 führte die Firma E+M Bohr (heute: ETSCHEL Brunnenservice GmbH) das Druckwellenimpulsverfahren (DWI) mit Wasserhochdruck für die Regenerierung und Entwicklung von Brunnen unter dem Namen „JET Master“ / Rotationsdüsenrotationsaggregate „UNINOZ®“ ein. Dabei rotieren zwei exzentrisch angeordnete Düsenpaare in zwei Ebenen gegenläufig per Rückstoßprinzip mit einer Geschwindigkeit von ca. 7.000 Umdrehungen/Minute und stoßen Wasser mit einem Druck von 100 bis 550 bar aus. Aufgrund der hohen Rotationsgeschwindigkeit ist gewährleistet, dass kein Hochdruckstrahl direkt auf den Brunnenausbau trifft, sondern die Energie des komprimierten Wassers stattdessen in Druckwellenimpulse umgewandelt wird. Zusätzliche Impulse ergeben sich durch die Pulsation des Wassers infolge der Kolbenstöße der Hochdruckpumpe und aus der Drehbewegung der Düsenarme. Die dadurch ausgelöste Kavitation unterstützt den Abtrennungsprozess und sorgt gleichzeitig für eine Desinfektion des Brunnens. Ober- und unterhalb des Aggregats bildet sich ein Unterdruck aus, der eine zum Brunnen hin gerichtete Strömung bewirkt. Verstärkt wird diese durch gleichzeitiges Abpumpen mit einer an die Ergiebigkeit des Brunnens angepassten Menge während der kontinuierlichen Auf- und Abbewegung des Doppelrotationsaggregats [1]. Durch die Erzeugung von Druckwellenimpulsen ist es möglich, auf rein mechanischem

Weg (= ohne den Einsatz von chemischen Agenzien) auch bereits verhärtete Ablagerungen aus dem Filterkies und dem angrenzenden Gebirge zu lösen und auszutragen bzw. im Bereich der Brunnenentwicklung den Filterkuchen nach einer Neubohrung vollständig zu entfernen und den Brunnen gleichzeitig zu entsanden. Die effektive Wirtiefe beschreibt das DVGW-Forschungsvorhaben W55/99 mit „bis zu mehreren Dezimeter in die anstehende Bodenformation“ [2].

Das neue Verfahren ersetzte die bis dahin übliche Vorgehensweise der mechanisch-chemischen Regenerierung mittels Bürsten, Kolben und großen Mengen von Salzsäure oder anderen chemischen Regeneraten. Die Brunnenausfallzeiten aufgrund von Regenerierungen gingen deutlich zurück, ebenso erhöhte sich die Effizienz der Einzelmaßnahmen, was die Regenerierintervalle verlängerte.

Das DWI wird mittlerweile deutschlandweit von ca. 14 Unternehmen mit insgesamt über 20 Anlagen regelmäßig eingesetzt. Es hat somit eine marktführende Stellung unter den Regenerierverfahren inne.

Bei entsprechender Erfahrung kann es mittels der Variablen Druck, Fahrgeschwindigkeit, Düsenabstand vom Ausbaumaterial und Düsentyp an alle Brunnenausbauaterialien und Alterungszustände angepasst werden und ist ebenso anwendbar bei Kiesbelagsfiltern (s. auch nachfolgendes Beispiel) und doppelter Kiesschüttung [3].

Tabelle 1: Vergleich der mechanisch (UNINOZ®) - chemischen Regenerierung 2007 mit der nachfolgenden, rein mechanischen (MAXINOZ®) Regenerierung 2017

	2007 UNINOZ® (mechanisch)	2007 Kieswäscher (chemisch)	2017 MAXINOZ® (rein mechanisch)	Veränderung
Dauer [h]	9	ca. 35	7,75	--
Austrag Sand [L]	251	--	1.200	+478 %
Austr. Schlamm [L]	5.284	--	14.083	+ 267 %
Restsandgehalt [cm³/10 L]	1,3	--	1,0	- 23 %
spez. Ergiebigkeit E _{2h} [L/s / m]	1,41	1,49	2,27	+61/+52 %

Im Jahr 2015 wurde das DWI in den Trinkwasser-Leitfaden des LfU [4] als „Best Practice“-Lösung aufgenommen. Die zugrunde liegende Studie an 18 Brunnen in ganz Bayern wies eine durchschnittliche Leistungssteigerung von 69 % mit dem Rotationsdüsen-System „UNINOZ®“ nach.

Im Jahr 2017 wurde eine Weiterentwicklung des Doppelrotationsaggregats unter dem Namen „MAXINOZ®“ durch die ETSCHEL Brunnenservice GmbH patentiert. Patentrechtlich geschützt ist die individuelle Anpassungsmöglichkeit der Winkel der Düsenarme an die Geometrie des Ausbaumaterials. Diese waren bislang bei allen eingesetzten Fabrikaten in einem unveränderlichen Winkel von 90° zum Ausbau angebracht. Durch in Abhängigkeit vom Ausbaumaterial geneigte und schräge Düsen werden höhere Wirktiefen sowie ein signifikant verbesserter Austrag der gelösten Materialien durch zusätzliche Bildung von hydraulischen Wal-

zen erzielt. Auch bei der Entwicklung von Neubrunnen zeigt sich eine höhere Wirktiefe und ein vielfach erhöhter Sedimentaustag gegenüber der bisherigen Düsenkonfiguration [5].

Vergleich „UNINOZ®“ vs. „MAXINOZ®“ am Beispiel des Brunnen Mering

Im Folgenden wird die Wirkung beider Systeme am gleichen Brunnen dokumentiert: Der 155 m tiefe Brunnen 1 Meringerzell des Markt Mering, DN 400, Stahl Hagulit, Schlitzbrückenfilter mit Kiesbelag, der gespanntes, eisen- und manganhaltiges Tertiärwasser erschließt und von Verockerung betroffen ist, wurde 2007 mit dem System „UNINOZ®“ sowie zusätzlich chemisch und wieder 2017 ausschließlich mechanisch mit dem System „MAXINOZ®“ regeneriert (s. **Bild 1** und **Bild 2**). Die vergleichende Betrachtung der Regenerierungsergebnisse offenbart



Bild 1: Regenerierbaustelle Mering, Druckwellenimpuls-verfahren mit Wasserhochdruck inkl. Rotationsdüse „MAXINOZ®“ im Praxiseinsatz



Bild 2: Vorher-Nachher-Vergleich aus den Kamerabefahrungen des Brunnen 1 Meringerzell

signifikante Unterschiede bezüglich ausgetragener Mengen und dem daraus resultierenden Regeneriererfolg (**Tabelle 1**). 2007 wurden bis zum Beendigungskriterium nach neun Stunden insgesamt 251 L Sand / 5.284 L Schlamm rein mechanisch entfernt, weitere Frachten durch Einsatz von ca. 2 t eines Regenerats auf Salzsäurebasis in Verbindung mit einem Kieswäscher. Dem neuen System „MAXINOZ®“ gelang 2017 in nur 7,75 Stunden der Austrag von 1.200 L Sand / 14.083 L Schlamm, was dem 4,8-fachen an Sand bzw. dem 2,7-fachen an Schlamm gegenüber der mechanischen Regenerierung von 2007 entspricht. Der Restsandgehalt betrug 2007 1,3 cm³/10 L, 2017 lediglich 1,0 cm³/10 L. Der deutlich erhöhte Austrag machte sich auch in der spezifischen Ergiebigkeit bemerkbar. Diese war – nachgewiesen durch Pumpversuche – nach der Regenerierung 2017 mit dem System „MAXINOZ®“ um 61 % höher als nach der mechanischen Regenerierung 2007 mit dem System „UNINOZ®“. Verglichen mit dem Wert nach der zusätzlichen chemischen Regenerierung ergab sich 2017 immer noch eine Steigerung von 52 % (**Tabelle 1**).

Die Auswertung der Regenerierergebnisse am Brunnen 1 Mering weißt die höhere Effektivität des neuen Systems MAXINOZ® im Vergleich mit dem bisherigen UNINOZ® eindeutig nach. Ebenso wird der Effekt der zusätzlichen chemischen Regenerierung weit übertroffen und diese damit hinfällig.

Regenerierungen mit dem neuen Rotationsdüsenrotationsdüsensystem MAXINOZ® bedeuten somit für den Betreiber ein enormes Einsparpotential und gleichzeitig ein besseres Regenerierergebnis in Form von deutlich höheren spezifischen Ergiebigkeiten. Auf

das für chemische Regenerierungen erforderliche wasserrechtliche Genehmigungsverfahren kann beim Einsatz des neuen Düsenrotationsdüsensystems verzichtet werden.

Literatur:

- [1] Etschel, C., Schmidt, M., 2001. Das Druckwellen-Impulsverfahren für die Regenerierung und Entwicklung von Brunnen. bbr Wasser, Kanal- und Rohrleitungsbau, Ausgabe 04 / 2001, R. Müller Verlag, Köln.
- [2] Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V., 2003, DVGW-Forschungsvorhaben W 55/99 – Brunnenregenerierung. Untersuchungen zu Bewertung von Gerätetechnik auf die Wirksamkeit in der Kiesschüttung. Ergebnisbericht, DGFZ e.V., Dresden.
- [3] Etschel, G., 2017. Regenerierergebnisse im Druckwellenimpulsverfahren mit Wasserhochdruck durch ein neu entwickeltes Düsenrotationsdüsensystem. DVGW energie | wasser-praxis, Ausgabe 05 / 2017, WVGW mbH, Bonn.
- [4] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), 2015. Einsparung von Kosten und Energie in der Trinkwasserversorgung, Augsburg.
- [5] Etschel, G., 2017. Brunnenentwicklung mit neu entwickeltem Düsenrotationsdüsensystem. bbr Leitungsbau Brunnenbau Geothermie, Ausgabe 09 / 2017, WVGW mbH, Bonn.

Autor:

Dipl.-Geol. Robert Pietsch
 Etschel Brunnenservice GmbH
 82152 Planegg
 Tel. 089 420496-44
 r.pietsch@etbs.de
 www.etbs.de