

Es war gefordert, je Laufmeter Vortrieb eine Unterkornmenge in Höhe von 200 Liter auszuspielen und dies nachzuweisen.

Diese Vergrößerung der Brunnenmantelfläche über den eigentlichen Durchmesser der Bohrung hinaus musste durch Aufmessen der entzogenen Bodenmenge nachgewiesen werden. Während der Vortriebsarbeiten wurde das Bohrgut laufend aufgemessen, durch ständige Sedimentationsmessungen in einem Absetzbecken wurde der Schwebstoff- und Feinkorngehalt im Spülwasser ermittelt. Die geforderten Spülgutmengen lagen zwischen 200 und 250 Liter je Laufmeter. Aus der ermittelten Spülgutmenge wurde nach einer Berechnungsmethode von Prof. Ernst P. Nemecek der Querschnitt des Stützfilterkörpers mit 2 bis 2,5 Meter Durchmesser errechnet.

Diese Betrachtungsweise des wirksamen Brunnendurchmessers bei Brunnenberechnungen wird zwar gelegentlich strittig beurteilt. Sie hat sich jedoch in Österreich bei Horizontalfilterbrunnen System RANNEY-FALLY bewährt. Das Fassungsvermögen der hier gebauten Brunnen ist ohnehin sehr groß. Auch wenn nur der Bohrungsdurchmesser zur Berechnung der Brunnenmantelfläche in den Ansatz gebracht wird, ist es immer noch mehr als ausreichend.

Um eine Kontrolle über eine annähernd horizontale Lage der Bohrungen zu erhalten, wurden während der Vortriebsarbeiten periodische Messungen durchgeführt. Da ein Absinken der Bohrungen nicht zu befürchten war, konnte mit Hilfe eines Schlauchwasserwaagen-Messsystems die Steigung der Horizontalvortriebe auf einfache Art kontrolliert werden. Somit war das aufwändige Messen mittels Kreiselkompass oder Knickwinkelsonde nicht nötig. In die Bohrungen, Durchmesser 280 Millimeter, wurden Schlitzbrückenfilter DN 200 aus Edelstahl – Werkstoff 1.4301 – eingebaut. Auf Grund der begrenzten Platzverhältnisse im Schacht können nur Filterrohre mit relativ kurzer Baulänge eingesetzt werden. Das zwingt dazu, kostengünstige Verbindungen zu ver-

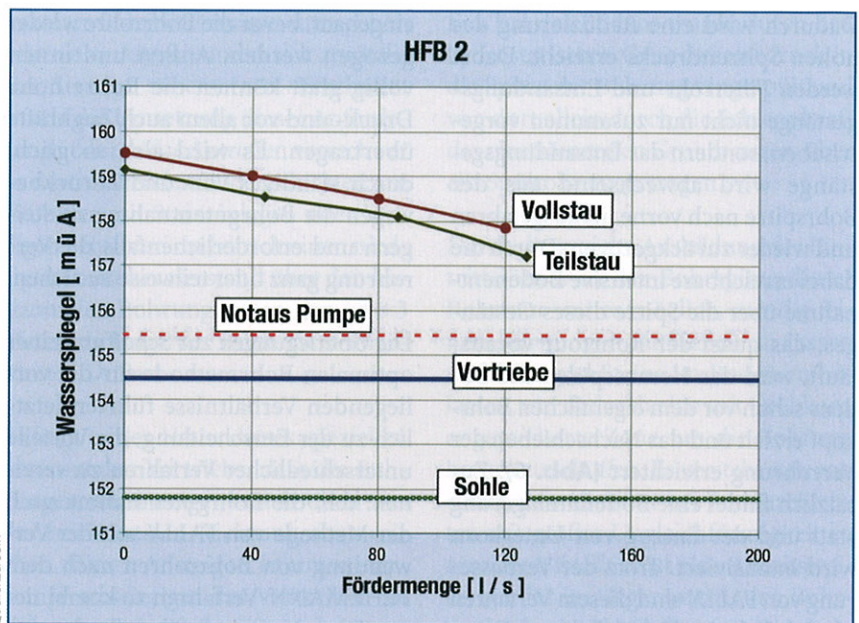


Abb. 7 Schematisiertes Q-s-Diagramm eines Horizontalfilterbrunnens

wenden. Deshalb wurde die genormte Zapfen- und Außenmuffen-Verbindung gewählt. Die sonst üblichen Gewindeschrauben dieser Verbindungen wurden allerdings durch Hohlните aus Edelstahl ersetzt. Nach einer Reihe von Versuchen hat sich diese Art der Filterverbindungen sehr gut bewährt und ist wirtschaftlicher als die Verwendung von Gewindeschrauben.

Da in die Bohrungen kein Filterkies eingespielt werden musste, war die axiale Druckbelastung auf die Filterrohre beim Ziehen der Bohrrohre trotz der großen Länge gering, sodass die Festigkeit dieser Verbindungen völlig ausreichend war. Das schachtseitige Ende der Filterstränge wurde unter Verwendung einer Quetschpackung wasserdicht und gleichzeitig elastisch in die Schachtwand eingebunden. Die Brunnenstränge können einzeln abgesperrt werden, sie sind dazu mit Schiebern in Kurzbaulänge aus Edelstahl versehen. Diese Armaturen werden über ein vertikales Gestänge von der Brunnenstube aus bedient.

Grundwassermessstellen

Bereits im Zusammenhang mit der Vorerkundung für dieses Bauvorhaben wurde ein umfangreiches Netz an Grundwassermessstellen auf der Donauinsel Nord errichtet. Im Zuge der Brunnenbauarbeiten wurden zusätzliche Grundwasserbeobachtungsstellen hergestellt, mit Hilfe derer u.a. die Strömungsverhältnisse im Zuge der Pumpversuche und des späteren Betriebes beobachtet werden können.

Um Unterkornreste, die sich üblicherweise in den Schlitzbrücken verklemmen, frei zu spülen und zu entfernen, wurde außerdem ein spezielles Hochdruckspülgestänge mit Düsenkopf in die Filter eingeschoben. Die Sandreste, die sich natürlicherweise leicht auf der Sohle des horizontal liegenden Filters ablagern, wurden durch ein Absauggestänge in einem letzten Arbeitsgang vollständig entfernt.

Entsandung

Obleich durch die erläuterte Art des Vortriebs eine intensive Entnahme von Unterkorn erreicht worden war, wurde nach Fertigstellung jedes Stranges eine zusätzliche Intensiventsandung mittels Packerkonstruktion, die bekannte partielle Entsandung, gefordert.

Um Unterkornreste, die sich üblicherweise in den Schlitzbrücken verklemmen, frei zu spülen und zu entfernen, wurde außerdem ein spezielles Hochdruckspülgestänge mit Düsenkopf in die Filter eingeschoben. Die Sandreste, die sich natürlicherweise leicht auf der Sohle des horizontal liegenden Filters ablagern, wurden durch ein Absauggestänge in einem letzten Arbeitsgang vollständig entfernt.

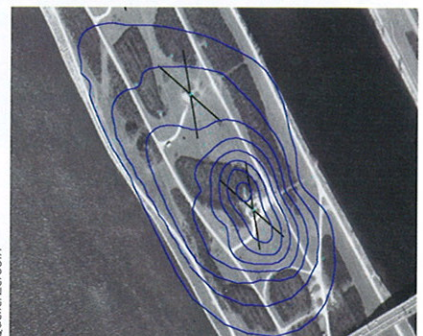


Abb. 8 Beispiel eines Strömungsbildes bei einem Pumpversuch

Die geringe Fließgeschwindigkeit führte vor allem im Bereich der Strangspitzen zu Feinteilablagerungen, die mit einer speziellen Gestängekonstruktion abgesaugt wurden. Die technische Sandfreiheit konnte sowohl nach ÖNORM als auch nach DVGW-Richtlinien demzufolge relativ schnell erreicht und nachgewiesen werden (Teilstromverfahren).

Pumpversuche

In den Jahren 1997 bis 2003 wurden umfangreiche Pumpversuche an den acht Horizontalfilterbrunnen durchgeführt. Die Einzelpumpversuche im Jahre 1997 erfolgten noch bei Teilstau. Die späteren Pumpversuche wurden durchgeführt, als bereits Vollstau durch das Kraftwerk Freudenua gegeben war. Die Pumpversuche 1997 dienten sowohl als Abnahmepumpversuche (siehe ÖNORM B 2601), als auch zur Erkundung der hydrogeologischen Gegebenheiten. Bei den späteren Pumpversuchen wurde das Verhalten bei Betrieb mehrerer bzw. aller Brunnen ermittelt.

Die Auswertung der Pumpversuche erfolgte durch die Wiener Wasserwerke und durch die ausführende Firma. Dies hat sich sehr bewährt, da damit sowohl die hydrogeologischen Gegebenheiten als auch die brunnenbautechnischen Grundlagen (Fassungsvermögen) in vollem Umfang berücksichtigt wurden.

Bei den Pumpversuchen 1997 und 1998 wurden unter Zugrundelegung der Messwerte in den Pegeln die Gebietsdurchlässigkeitsbeiwerte nach der Stationärmethode Dupuit Thiem ermittelt. Interessant waren dabei die Vergleiche zwischen den Ergebnissen einerseits bei Teilstau und andererseits bei Vollstau.

Aus den Pumpversuchsdaten wurden für alle HFB die Q-s-Diagramme erstellt,

wobei sich bei jenen Brunnen, bei denen die k_f -Werte in etwa gleich geblieben sind, auch sehr gut die Parallelität der Absenkkurven Vollstau/ Teilstau im Diagramm widerspiegelt (**Abb. 7**).

Schlussendlich wurde von der ausführenden Unternehmung die maximal mögliche Entnahmemenge bei jedem einzelnen Standort aus brunnenbautechnischer Sicht aufgezeigt, wobei im Hinblick auf das Fassungsvermögen sowohl die maximal zulässige Absenkung (bis einen Meter über den Vortriebshorizont) als auch die Begrenzung der Strömungsgeschwindigkeit in den Vollrohren beim Eintritt in den Schacht maßgebend war.

Die Gesamtkonsensmenge von 500 l/s kann aus brunnenbautechnischer Sicht problemlos erschotet werden. Das Fassungsvermögen aller Brunnen liegt bei rund 1.200 l/s. Mit fortschreitender Kolmatierung des Flussbettes verringert sich die gewinnbare Wassermenge in Folge des so genannten 5-cm-Kriteriums, das entsprechend dem Bescheid der obersten Wasserrechtbehörde im Uferbereich der Neuen Donau ein Grundwassergefälle in Richtung der Neuen Donau vorgibt (**Abb. 2**).


Mit Hilfe der in jedem Jahr durchgeführten Pumpversuche mit allen acht Brunnen gemeinsam, wurde das Verhalten jedes einzelnen Brunnens im Hinblick auf das zu gewährleistende Gefälle zur Neuen Donau und der Entwicklung der Kolmatierung der Donau studiert und zugehörige Q-s-Diagramme ermittelt. Damit wird es möglich sein, die Anforderungen an die je nach Versorgungssituation zu gewinnende Wassermenge mit allen Brunnen flexibel zu erfüllen. Einen Eindruck über das Strömungsbild bei einem Pumpversuch und den Einfluss des Nachbarbrunnens gibt **Abbildung 8**.

Es ist absehbar das so genannte 5-cm-Kriterium, das derzeit die gewinnbaren Wassermengen limitiert, im Einvernehmen mit der Behörde unter Beibehaltung eines Grundwassergefälles Richtung Neue Donau entsprechend anzupassen.

Zusammenfassung

Die Stadt Wien hat im Stadtgebiet auf der Donauinsel zwischen Donau und Neuer Donau ein Brunnenfeld, bestehend aus acht Horizontalfilterbrunnen, errichtet. Die Schwierigkeiten bei der Bauausführung, die sich aus den geohydrologischen Verhältnissen ergaben, konnten dadurch überwunden werden, dass unterschiedliche Arbeitsverfahren im Horizontalbrunnenbau kombiniert und optimiert wurden. Durch Pumpversuche und TV-Untersuchungen konnte der Nachweis für eine sach- und fachgerechte Ausführung erbracht werden.

Groß angelegte Pumpversuche in den Jahren 1997 bis 2003 (sowohl bei Teilstau als auch bei Vollstau der Donau) brachten den Nachweis der Einhaltung des geforderten Gefälles von der Donau zur Neuen Donau. Sie dienten auch dazu, die Verteilung der Entnahmemengen auf die einzelnen Brunnen zu optimieren.

Die Konsensmenge von 500 l/s kann problemlos gefördert werden. Bei Ausfall einzelner Brunnen ist es möglich, die Fördermenge der anderen Brunnen entsprechend zu erhöhen. Das gewonnene Uferfiltrat wird zusammen mit anderen erschoteten Grundwässern (Fassungen Nussdorf und Lobau) einer zentralen Aufbereitungsanlage zugeführt. Das Brunnenfeld Donauinsel Nord ist ein wichtiger Bauteil des dritten „Standbeines“ der Wasserversorgung der Stadt Wien. 

Autoren

Dipl.-Ing. Gerhard Hüper
Hainstraße 23
64342 Seeheim-Jugenheim
Tel.: 06257 4821



E-Mail:
gerhardhueper@aol.com

Dipl.-Ing. Hermann Haertl
Sachverständiger
für Brunnenbau
Gustav Pickgasse 7/2
A-1190 Wien

Tel.: 0043 1 3209145
E-Mail: haertl@chello.at

Dr. Wolfgang Zerobin
Dipl.-Ing. Michaela Hladej
MA31-Wasserwerke
Grabnergasse 4-6
A-1060 Wien
Tel.: 0043 1 59959-31003
Fax: 0043 1 59959-9931800
E-Mail: zer@m31.magwien.gv.at