

Erfahrungen bei der Errichtung von Horizontalfilterbrunnen unter regulären und besonderen Bedingungen – Teil 3

In Teil 1 des Beitrags (bbr 10-2019) wurde auf ausgewählte standort- und nutzungsspezifische Besonderheiten eingegangen, die bei der Planung von Horizontalfilterbrunnen und speziell deren Filtersträngen zu beachten sind. Teil 2 (bbr 11-2019) thematisierte statische, bemessungsrelevante und konstruktive Besonderheiten des Schachtes und seiner Ausbauten in der Phase der Planung. Im vorliegenden Teil 3 werden praktische Erfahrungen des Senkschachtbaus von Horizontalfilterbrunnen aus mehreren Bauvorhaben fokussiert.



Umweltbüro GmbH Vogland

Errichtung des Horizontalfilterbrunnens 7 „Victoria“ in Senftenberg, Brunnenstubendeckenfertigung vor Ort und deren Einhebung

Baustelleneinrichtung, Arbeitsschutz und effektive Arbeitsabläufe

Der zur Verfügung stehende Arbeitsplatz, mögliche Zufahrten und äußere Randbedingungen bestimmen eine Baustelleneinrichtung maßgeblich. Die meisten Horizontalfilterbrunnen (HBr) sind an Standorten mit ausreichender Fläche platziert (Regelbedingung). Besonders beengt kann es jedoch zugehen in Stadtgebieten mit laufendem innerstädtischen Leben (Abb. 1), bedeutenden Verkehrstrassen, die nicht außer Betrieb gehen dürfen (an Bahndämmen, an Fluss- oder Seeuferrn), in eng eingeschnittenen Talauen, neben Hochspannungsleitungen oder auf Sprengplätzen mit engen, frei sondierten Arbeitsgassen. Baustellen von HBr müssen mindestens nachfolgende Elemente aufweisen:

- Senkschacht mit Auftriebsfundament,
- Zuganker oder Belastungsbehälter,
- Zugjoch,
- Seilbagger, Portalkran,
- Lager für Schneidschuh und Pressringe,
- ggf. Container für Schwarz-/Weißbereich mit Reifenwaschanlage,
- ausreichend Behälter zur Aufnahme des Bohrgutes,
- Kompressoranlage,
- Anmischbehälter für Bentonit-suspension,
- Laborcontainer, Gerätecontainer, Aufenthaltscontainer.

Baustelleneinrichtungsflächen (BE) von 50 m x 30 m sind in der Regel ausreichend; bei der Ausführung von Überschneitbohrungen für die Kiesmantelfilterherstellung (vgl. Teil 1 des Beitrags in bbr 10-2019) sind mindestens 2 x Filterlänge + DA Senkschacht und 20 m x 20 m erforderlich. Kleinere BE sind möglich, führen jedoch zu deutlich erhöhten Transport- und Logistikaufwendungen.

Je nach bautechnologischem Ablauf, der zur Verfügung stehen Baufläche, dem minimalen Abstand der Schachtwanddurchführungen/Horizontalfilter, der erforderlichen Größe der Brunnenstube sowie des Grundwasserflurabstandes sind als Widerlager für die Pressen, Belastungscontainer, Zuganker oder Stahlbetonauftriebsfundamente erforderlich (Abb. 2).

Senkschachtherstellung

In bbr 11-2019 wurde in Tabelle 1 der Zusammenhang vom Schachtdurchmesser zur Anzahl der Horizontalfilterstränge nach dem PREUSSAG'schen Kies-Mantelverfahren hergestellt. Eine wesentliche Randbedingung ist natürlich die Grund-



Abb. 1 – Errichtung eines Horizontalfilterbrunnens in Nassaufstellung zur Grundwasserniederhaltung in einer Kleinsiedlung in Oberhausen. Hier erfolgte die Baustelleneinrichtung auf engstem Raum.

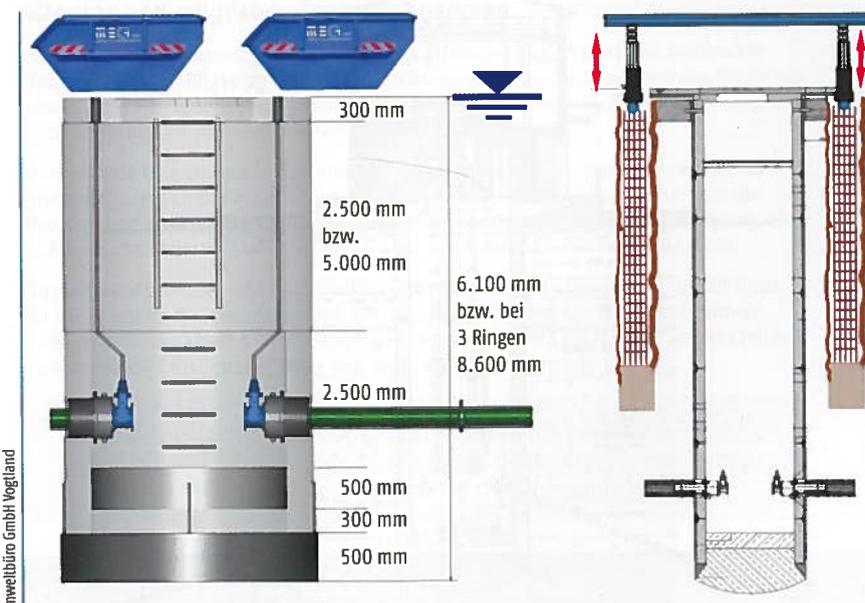
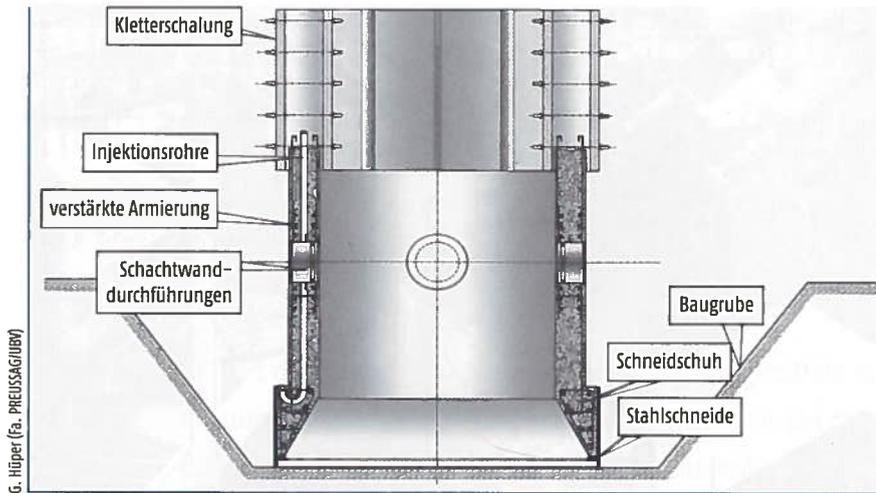
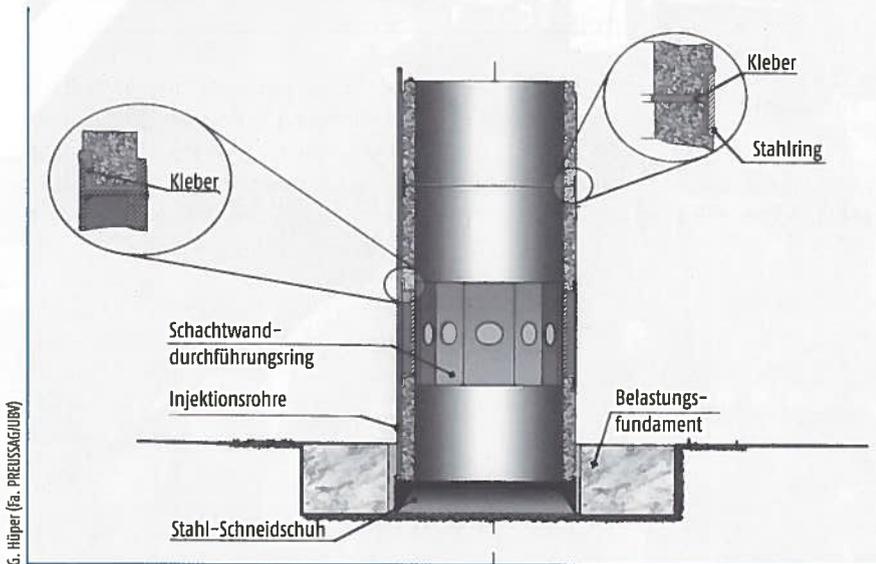


Abb. 2 – Beispielhafte technische Möglichkeiten, um Auftriebsicherheit zu erreichen



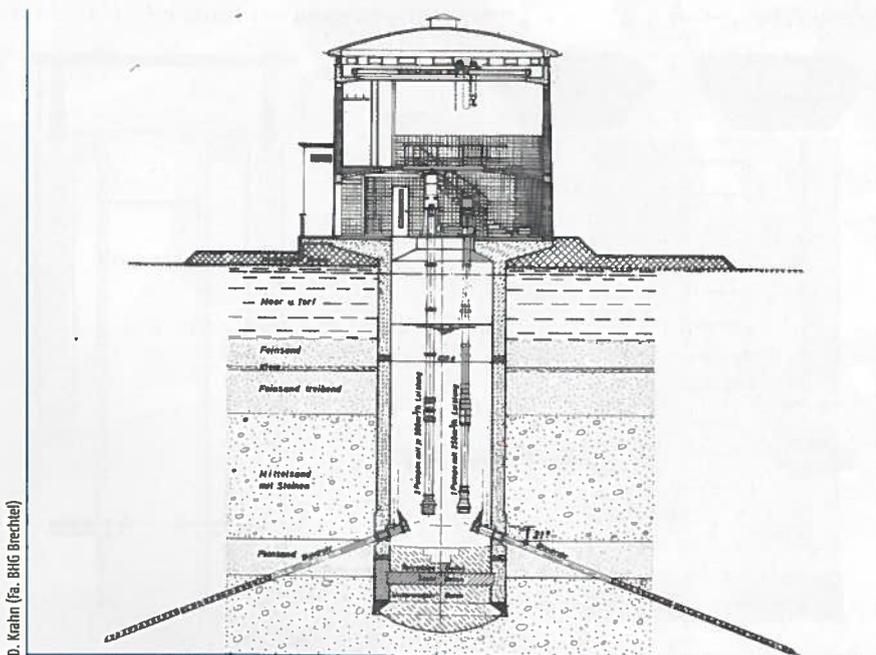
G. Hüper (Fa. PREUSSAG/UBV)

Abb. 3 – Herstellung eines Senkschachtes für Horizontalfilterbrunnen in Ortbetonausführung mit Kletterschalung



G. Hüper (Fa. PREUSSAG/UBV)

Abb. 4 – Herstellung eines Fertigteil-Senkschachtes für Horizontalfilterbrunnen



D. Krahn (Fa. BHG Brechtel)

Abb. 5 – Herstellung eines Fertigteil-Senkschachtes für Horizontalfilterbrunnen

wasserleitermächtigkeit, in der die Horizontalfilter ausgebaut werden sollen.

Historisch wurden sehr große Schachtdurchmesser vorwiegend monolithisch errichtet. Dadurch konnten bis zu zwölf Filterstränge je Ebene eingebaut werden. Die Schachtwandstärken betragen in der Regel ≥ 500 mm, sodass die Injektionsrohre innerhalb der Wand positioniert waren. Der Vorteil dieser Bauausführung lag auch darin, dass es keine Fugen im Schacht gab, die zu späteren unangenehmen Undichtigkeiten bei „trockenaufgestellten“ HBr führen können (Abb. 3).

Aus wirtschaftlichen Gründen setzte sich die Fertigteilbauweise durch. Die werkseitig vorgefertigten Stahlbetonschachtröhre konnten schlanker designt werden. Die exakten Maße der Schachtröhre, die Betongüte, abgestellt auf die Grundwasserbeschaffenheit und Statik, sowie die Dichtigkeit des Betons werden im Betonwerk auf die speziellen Standortbedürfnisse hergestellt. Damit erreichte man wesentlich kürzere Bauzeiten, der Flächenbedarf für die Baustelleneinrichtung konnte reduziert und somit die Positionierung von Horizontalfilterbrunnen auf engsten innerstädtischen Raum ermöglicht werden (Abb. 4).

Aus statischen (Baugrund) und Kostengründen gab es Sonderlösungen beim Schacht- und Filterbau. Der Schacht in Abbildung 5 beispielsweise wurde zunächst nur bis in tragfähiges Gebirge abgesetzt, von da aus erfolgte mittels Schrägbohren und Filterausbau die Erschließung des tiefen Grundwasserleiters.

Nach der Anlieferung von Schneidschuh und Stahlbetonrohren sind diese hinsichtlich der Hauptmaße, eventueller Transportschäden, Rissbildungen, Kantenabschlagung, der Dichtungsfugen, Anschlussbewehrungen, Maßhaltigkeit der Schachtwanddurchführungen und Ebenheitsmaß der Stirnflächen bei den Stahlbetonringen sowie des 5 bis 6 cm Überschnitts beim Schneidschuh (Abb. 6a), der Ausführung der Schneide (Abb. 6b), der Ausfüllung des Schneidschuhs und der aufgeschweißten „Kontrollflächen“ auf der Schrägfläche zu kontrollieren.

Abbildung 6 zeigt zwei Beispiele unterschiedlicher Schneidschuhspitzen. Die Ausführungsart (a) ist die am häufigsten zur Anwendung kommende Form. Mit Beton ausgefüllte Stahl-Schneidschuhe mit durchgehender Schräge und Betonrohre haben in der Regel Durchmesser von DN 2800. Die Betonringe besitzen an der oberen Stirnseite Stahlringe als Führung und werden häufig durch außenlie-

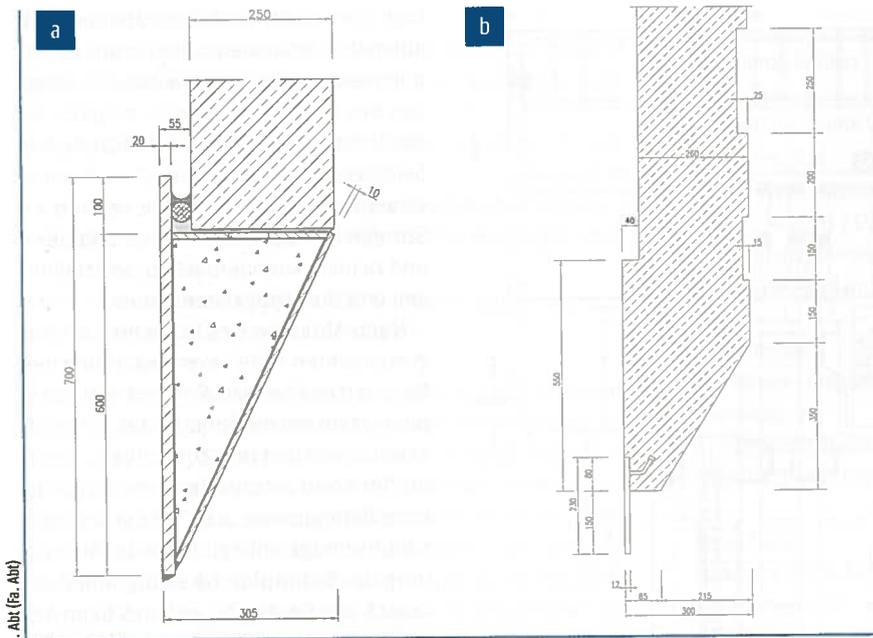


Abb. 6 – Technische Ausführungen von Schneidschuhen mit Überschnitt für Bentonit- und Betondämmverpressung (a) sowie den Aussparungen für die Anschlussbewehrung (b)

gende Rollgummis zusätzlich gedichtet. Die Ausführungsart (b), ein Schneidschuhstahlring ohne durchgehende Schräge, hat sich besonders bei wechselnden Lagerungsdichten im Senkschachtbereich be-

währt. Die häufigsten Anwendungen dabei sind Schneidschuh und Betonrohre mit DN 3000 (mehr Platz im Schacht, erhöhte Arbeitssicherheit, später leichtere Wartung).

Das lotrechte Absenken des Schachtes erfolgt mittels Greifer-Nassbaggerung unter Zuhilfenahme der vier Presszylinder, der hydraulischen Absenkeinrichtung und des Zugjoches auf dem obersten Rohr sowie baubegleitender Vermessung. Als vorzuziehende und erreichbare Genauigkeit kann erfahrungsgemäß angegeben werden

- Absteckung des Bohrpunktes: ± 1 cm
- Lotrechtenabweichung: ± 1 cm je Schachtring ($h = 2,5$ m)

Diese Angaben sind für „trockenaufgestellte“ HBr zwingend, da in der Regel Edelstahlrohrbauten folgen. Bei „nassaufgestellten“ HBr können die Lotrechtenanforderungen geringer sein, sollten jedoch den Wünschen des Bauherrn entsprechen.

Es hat sich bei ungestörtem Arbeitsablauf (nicht kontaminierter Boden, keine Hindernisse) der Rhythmus durchgesetzt, tagsüber ein Betonrohr ($h = 2,5$ m) abzutiefen und das Folgerohr mittels 2-Komponentenkleber (Epoxybasis, z. B. Sikadur-31) bereits zu kleben. Über Nacht härtet der Kleber bei Mindesttempe- ➔

Kompetenz: Energie & Wasser. | **wvgw**



Regenerierung und Sanierung von Brunnen

Technische und naturwissenschaftliche Grundlagen der Brunnenalterung und möglicher Gegenmaßnahmen

Brunnen sind individuell geplante und von vielfältigen Einflussfaktoren bestimmte Bauwerke. Die Einflüsse des geologischen Standortes, des Ausbaus und des Betriebes sowie der Wartung und Instandhaltung fördern oder mindern die Brunnenalterung in unterschiedlichem Ausmaß oder verstärken sich gegenseitig.

Umfassende Kenntnisse zur Brunnenanströmung und zu den chemisch-mikrobiologischen Prozessen der Brunnenalterung sind unabdingbare Voraussetzung für die Planung und Ausführung von Regenerierungen. Ebenso wichtig ist die Abwägung, ob sich wirtschaftlich die Sanierung im Vergleich zum Neubau des Brunnens lohnt.

Das umfassende Lehr- und Handbuch beinhaltet viele Praxisbeispiele und gibt Tipps für die Wartung, die Regenerierung, die Sanierung und den Rückbau von Brunnen. Zudem findet der Leser eine vollständige Formelsammlung, erklärende Schemazeichnungen sowie Tabellen und Fotos aus der praktischen Anwendung.

Von Georg Houben und Christoph Treskatis
3. Auflage 2020, 592 Seiten, 16,5 x 23 cm, gebunden (Vulkan Verlag)
Art.-Nr.: 310966, Preis: 98,00 € zzgl. Versandkosten

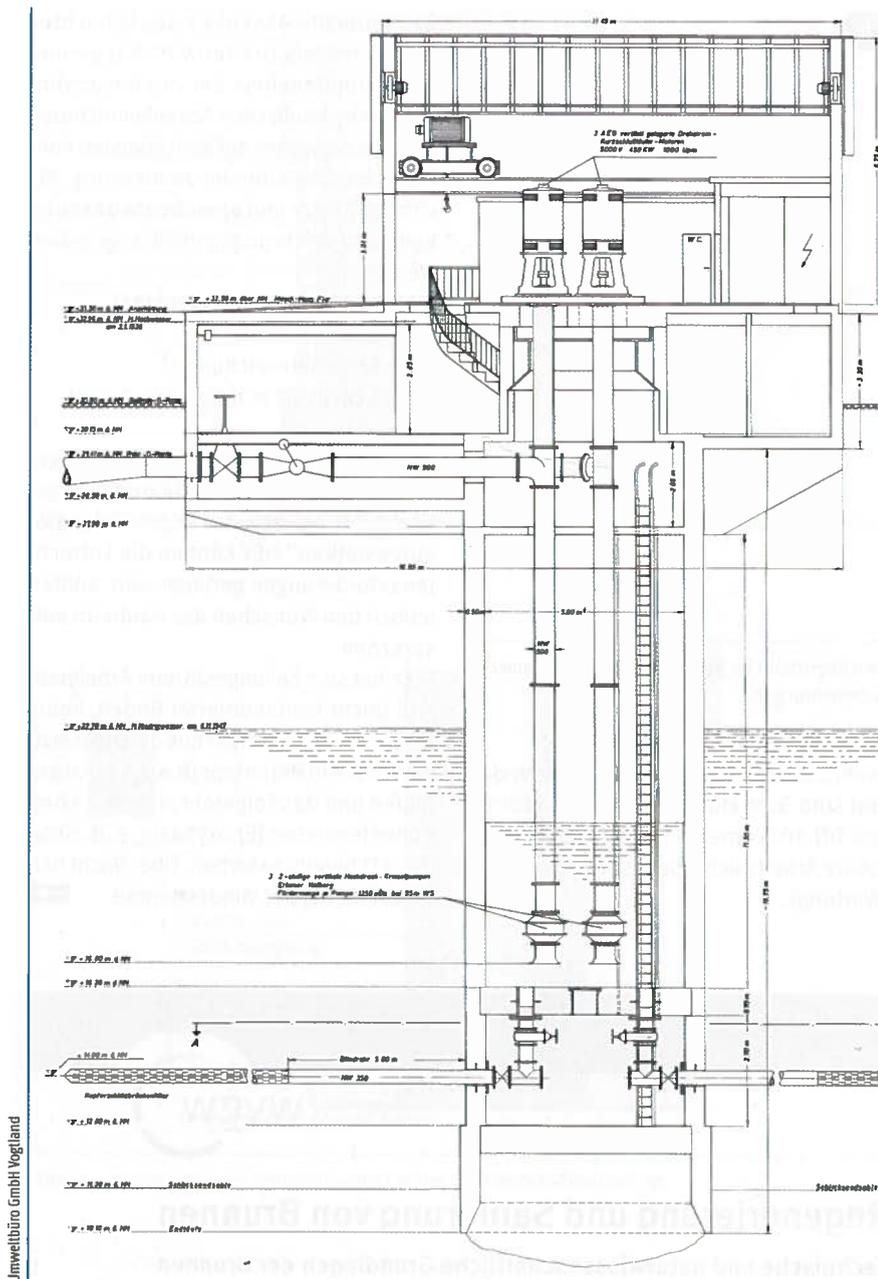


Abb. 7 – „Nassaufgestellter“ Horizontalfilterbrunnen Kaiserswerth mit geöffneter Filterdruckkammer

raturen > 5 °C aus (andernfalls Heizdecken anbringen) und es kann am folgenden Tag die Abteufung um 2,5 m erfolgen. Vor dem Aufsetzen des Schachtwanddurchführungsrohres ist die Ausrichtung der ge-

Aufenthaltszeit unter zwei Stunden, häufigerer Wechsel des Personals) und der sonstigen Erschwernisse in der Handhabung mit der zwei- bis dreifachen Abteufzeit gerechnet werden. Werden beim

» Die Schächte von Horizontalfilterbrunnen müssen immer vielfältigeren Randbedingungen entsprechen.«

planten Filterstränge vermessungstechnisch auf den Schacht zu übertragen, da eine spätere Drehung des Schachtes nicht möglich ist.

Bei Arbeiten im kontaminierten Bereich muss infolge des Arbeitsschutzes (z. B.

Schachtabteufen Hindernisse im Schneidenschuhbereich festgestellt, versucht der Schachtbaumeister durch vertieften zentralen Aushub ein „Hineinrutschen“ des Hindernisses zu begünstigen, bis es mit dem Greifer geborgen werden kann. Ge-

lingt dies nicht, sind diese Hindernisse nur mittels Industrietauchereinsatz zu zertrümmern oder zu zerschneiden. Ein Anheben des Schachtes ist weder möglich, da das Schachtgewicht die Hubleistung des Seilbaggers schnell übersteigt, noch sollte es versucht werden, da die verklebten Stirnflächen der Schachtringe aufreißen und zu nicht korrigierbaren Schiefstellungen und Undichtigkeiten führen.

Nach Abteufen des Schachtes bis zur gewünschten Tiefe unter Beachtung des Nachsetzens bis zu 0,5 m wird mittels Industrietaucher die Schräge des Schneidenschuhs beräumt und kontrolliert, damit die im Kontraktorverfahren einzubauende Betonplombe „satt“ an der Schneidenschuhschräge anliegt. Nach der Aushärtung der Betonplombe erfolgt der Austausch des Bentonits, welches beim Abteufen des Senkschachtes als Gleitmittel zur Anwendung kommt, gegen Betondämmen. Die Mengen an Bentonit und Betondämmen sollten kontrolliert bzw. gemessen werden, um annähernd den vollständigen Austausch und somit die Anbindung des Schachtes an das Gebirge zu erreichen. In Abhängigkeit des bauzeitlichen Auftriebsnachweises (vgl. bbr 11-2019) ist durch Scherstäbe (HEA-Träger) der Schacht mit den Belastungsfundamenten zu verbinden. Als Belastungsfundamente für die Auftriebssicherung können separate Stahlbetonfundamente, das Brunnenstufenfundament, Erdanker oder die Betondecke der Brunnenstube (wenn bautechnologisch möglich) dienen (Abb. 2).

Der folgende Schritt besteht im Lenzen des Schachtes und den Vorarbeiten für das Einbringen der Druckbetonsohle. Dazu gehören die gute Säuberung der Betonoberflächen und die Einbindung der Anschlussbewehrung in den Bewehrungskorb. Die druckwasserdichte Ausbildung der Betonsohle sollte bei „trockenaufgestelltem HBR“ gemäß bbr 11-2019 ausgeführt werden.

Die anspruchsvollste Fertigung von Senkschächten für HBR sind jene, die in sich „Fahrstuhlschächte“, Wendeltreppen oder Druckkammern aufnehmen müssen. Derartige Sonderlösungen werden erforderlich, wenn:

- der Betreiber eine gute und sichere Zugänglichkeit zu den Filtersträngen und/oder Armaturen benötigt (Abb. 7),
- die Grundwasserleitermächtigkeit so gering ist, dass Pumpen (besonders vertikale UWM-Pumpen) keinen ausreichenden und sicheren hydrostatischen Pumpenvordruck besitzen.

Zusammenfassung

Die Brunnenschächte von Horizontalfilterbrunnen müssen immer vielfältigeren Randbedingungen entsprechen. Dazu gehören:

- Ausbautiefe in Abhängigkeit der Teufe des höffigen Grundwassers,
- Betongüte nach Statik und Grundwasserbeschaffenheit,
- geringe bis sehr hohe Filterstranzahl in einer oder mehreren Ebenen,
- „trocken oder nass aufgestellte“ Schächte und
- zur Verfügung stehende Baufeldfläche.

Moderne Vorfertigungstechniken, verbesserte Stahlbetoneigenschaften (hohe Verdichtung, geringe Entmischung der Zuschlagstoffe, Stahlgüte und -verarbeitung) haben zu schlankeren Dimensionen geführt (Innendurchmesser und Schachtwand). Die Brunnenschächte stoßen mit ihren Innendurchmessern von DN 2800 an die Einbaugrenzen der Pressmaschinen und der späteren Betriebs- und Wartungsarbeiten des HBr unter Beachtung von Regenerierequipment und Arbeitsschutz.

Außer bei dem Verfahren der Horizontalfilterherstellung mittels Überschnittbohrung muss bei allen anderen gesteuerten bzw. ungesteuerten Press-/Pressbohrverfahren der Brunnenschacht zuerst errichtet werden. Deshalb ist im Vorfeld der Baumaßnahme der zukünftige Filterhorizont sicher zu erkunden. Vermeintliche Einsparungen bei der geotechnischen und geologischen Erkundung können bei diesen Herstellungsverfahren zu erheblichen nachträglichen Arbeiten führen.

In Teil 4 des Beitrags werden aktuelle praktische Erfahrungen bei der Horizontalfilterherstellung vorgestellt.

Literatur

- [1] Hüper, G.: Horizontale Wasserfassung, Anwendung und Stand der Technik – Technik für die Umwelt – Wasser, Boden, Luft, Darmstadt, 1993.
- [2] Hüper, G.: Sand der Brunnenbautechnik in Europa – Erfahrung bei der Errichtung von Horizontalbrunnen. UB Umweltbüro GmbH Vogtland, Weischlitz/Senftenberg, 2017 (unveröffentlicht).
- [3] Conrad, R. M.: Ertüchtigung bestehender und neu erstellter Horizontalfilterbrunnen, Berlin-Brandenburger Brunnentage 7./8.5.2012.
- [4] „Maßnahmen zur Gefahrenabwehr infolge Grundwasserwiederanstieg – Sicherung des Gewerbegebietes Laugfeld in Senftenberg durch Errichtung von Horizontalfilterbrunnen in Senftenberg zur lokalen Grundwasserabsenkung“ – Genehmigungs-/Ausführungs-/Bauausführungsplanung, UB Umweltbüro GmbH Vogtland, Weischlitz/Senftenberg, 2013.
- [5] Daffner, T.: 27. Fachtagung – Der Horizontalfilterbrunnen – Horizontalfilterbrunnen zur Wassergewinnung, zum Hochwasser-schutz, für Kühlzwecke und zur Grundwasseranierung im Altlastenbereich, Fachtagung gemäß DVGW AB W 120-1, 25.1.2018.
- [6] Abt, J., Daffner, T., Scheppat-Rosenkranz, B.: Ökologisches Großprojekt Böhlen – Sicherung südwestlicher Grundwasserabstrom (SW-GW-Abstrom), Bau sowie Test- und Probetrieb Pilot-Horizontalfilterbrunnen (HFB), Anpassungsplanung – Einsatz eines gesteuerten Pilot-Bohrverfahrens, ABT Wasser- und Umwelttechnik GmbH/UBV Umweltbüro GmbH Vogtland, Böhlen, 01/2018 (unveröffentlicht).
- [7] Zerobin, W., Haertl, H., Hüper, G.: Bau von acht Horizontalfilterbrunnen auf der Donauinsel in Wien, bbr 2/2005.

Autoren

Dr. Thomas Daffner
Tilo Daffner
Umweltbüro GmbH Vogtland
Thossener Str. 6
08538 Weischlitz/ i.Vogtland
Tel.: 037436 91210
th.daffner@ubv-vogtland.de
www.ubv-vogtland.de

Johannes Abt
ABT Wasser- und Umwelttechnik GmbH
Daimlerstr. 2
87719 Mindelheim
https://abt-wut.de/

Mirko Huber
H. Angers Söhne Bohr- und Brunnenbau GmbH
Gutenbergstr. 33
37235 Hessisch Lichtenau
www.angers-soehne.com

Dimitri Krahn
BHG Brechtel GmbH
Industriestr. 11a
67063 Ludwigshafen
www.bhg-brechtel.de



STÜWA
BRUNNENFILTER
BOHRBEDARF

**PRODUKTE ZUR PROBENAHME
IN DER GEOTECHNIK**

- **LINER-ROHR**
PVC-U Vollwandrohr für einfache Gewinnung und sicheren Transport oder Lagerung von Bohrkernen.
- **LINER-ROHR-ABMESSUNGEN**
(DA 50, 80, 110, 125 mm)
- **ZUBEHÖR**
Verschlusskappen, Messinstrumente, Bodenprobenbehälter uvm..
- **SICHERHEIT**
Zuverlässige Produkte zur sicheren Kampfmittelortung.

STÜWA Konrad Stückerjürgen GmbH | Tel.: 05244 4070 | www.stuewa.de