

Installation von Horizontaldrainagen mittels HDD-Bohrungen

Horizontaldrainagen lassen sich mittels HDD-Bohrungen installieren. Die Anwendungsfälle und somit auch die jeweiligen Projektanforderungen können stark variieren. Vorgestellt werden zwei Projektausführungen, mit denen der gewünschte Entwässerungserfolg realisiert werden konnte.

„Im Rahmen vieler Berg- und Tiefbauvorhaben, die im Tagebau und in offenen Baugruben realisiert werden, müssen Gebirgsschichten zunächst entwässert werden, um die Abaggerung, den Transport der Massen und die Verkippung zu ermöglichen. Diese Entwässerung erfolgt heute vorwiegend über Vertikalfilterbrunnen. Da besonders in geringmächtigen Grundwasserleitern die durch einen Einzelbrunnen lösbare Wassermenge begrenzt ist und Vertikalfilterbrunnen mit einer Flächeninanspruchnahme direkt über dem Ort der Wasserfassung einhergehen, finden die Möglichkeiten der horizontalen Entwässerung unter Nutzung der verlaufsgesteuerten Horizontalbohrtechnik (HDD) ein steigendes Interesse“, so ist es in einem Projektzwischenbericht der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) vom 14.01. 2013 zu lesen. Tatsächlich bietet das HDD-Verfahren verfahrenstechnische Vorteile für die Installation von Horizontaldrainagen – wie beispielsweise die Möglichkeit, den Bohrverlauf oberflächenunabhängig und dreidimensional zu steuern.

Andere Eigenschaften – wie die Verwendung einer Bohrspülung auf Bentonitbasis – wirken sich auf die spätere Funktio-

nalität der Drainage eher nachteilig aus. Den besonderen Anspruch solcher Drainageinstallationen mittels HDD-Bohrungen zeigen weiterhin die Ergebnisse diverser Projektdurchführungen aus der Vergangenheit, mit zum größten Teil mäßig bis schlechten Entwässerungserfolgen oder verfahrenstechnischen Schwierigkeiten während der Installationsphase. Daher sollte gerade in der Planungsphase eine optimale Abstimmung der geplanten Gerätetechnik, der zu verwendenden Rohrmaterialien und Bohrspülungen sowie des beabsichtigten Verfahrensablaufs erfolgen.

Projekt 1

Das erste Projekt umfasste die Errichtung einer HDD-Drainage im Rahmen des Ökologischen Großprojektes Böhlen (ÖGP Böhlen) zum Schutz des Grundwassers und der anstehenden Lockergesteine des Abbaufeldes Peres der Mitteldeutschen Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG). Ziel des Projektes ist die Fassung von belasteten Sickerwässern aus dem Chemiestandort Böhlen, welche als Grundwasserabstrom auf zukünftige Gewinnungsbereiche des Abbaubereiches Peres zu strömen. Für dieses Vorhaben wurden im

November 2012 durch die GFI Grundwasserforschungsinstitut GmbH Dresden im Auftrag der MIBRAG folgende Leistungen ausgeschrieben:

- Bau der HDD-Drainage inkl. Spülung und Entwicklung,
- Bau eines HDD-Fassungsbauwerkes inkl. technischer Ausrüstung,
- Bau eines Aufbereitungsbauwerkes inkl. GW-Reinigungsanlage,
- Bau eines Sanitär- und Bürocontainers und
- EMSR-Ausrüstung der HDD-Gesamtanlage.

Den Gesamtauftrag für diese Leistungen erhielt die Beermann Bohrtechnik GmbH aus Hörstel-Riesenbeck, die als Kernleistung die Installation der HDD-Drainage ausführte. Die Rohr- und Tiefbauarbeiten und die Erstellung der Bauwerke samt technischer Ausrüstung wurden an die Josef Pfaffinger GmbH aus Leipzig vergeben.

Die Bohrtrassenführung sah den Verlauf der HDD-Drainage entlang der zukünftigen Tagebauabbaukante mit Bohraustritt in der heutigen Tagebauunterkante vor. Die gesamte Bohrlänge betrug 400 m bei einem totalen Höhenunterschied vom höherliegenden Bohreintritt bis zum Bohraustritt in der Böschung von ca. 21 m. Im Zuge der Trassenerkundung wurden insgesamt elf vollständige Bohrungen bis zum Bohr- und Ausbauhorizont des GWL durchgeführt und insgesamt vier Grundwassermessstellen zur Kontrolle und Steuerung des Betriebes der HDD-Drainage errichtet.

Anhand von Kernproben aus den Erkundungsbohrungen wurden umfangreiche geologische und baugrundtechnische Informationen gewonnen. Demnach bestand die Geologie entlang der Bohrtrasse aus einer Deckschicht bestehend aus Geschiebelehm und -mergel mit einer darunter liegenden Wechselfolge beste-

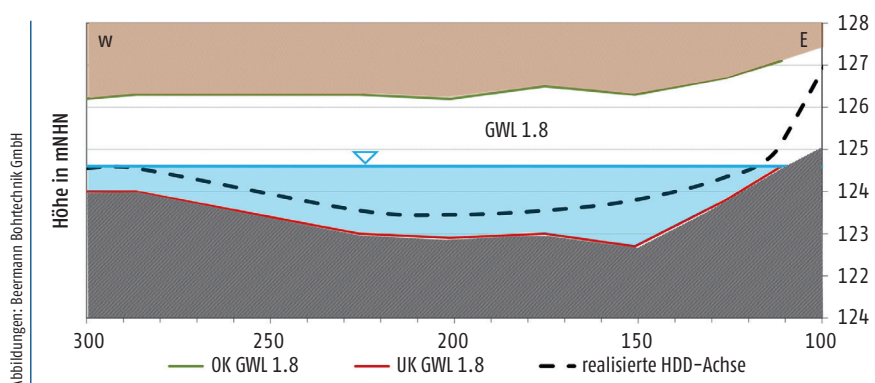


Abb. 1 – Leichter Unterbogen im Bohrverlauf aufgrund des muldenförmig abgelagerten Zielgrundwasserleiters

Abbildungen: Beermann Bohrtechnik GmbH



◀ **Abb. 2** – Zwischen Bohreintritt und -austritt bestand ein deutlicher Höhenunterschied.



▲ **Abb. 3** – Geplant war ein Spüldamm im Austrittsbereich, um den Suspensionspegel oberhalb des Grundwasserspiegels des zu verfilternden Grundwasserleiters zu halten.

◀ **Abb. 4** – Vorteilhaft: Großzügige Platzverhältnisse im Zielbereich der Bohrung

▼ **Abb. 5** – Ziehen des Trägerrohres in Richtung Hochpunkt mittels Kettenbagger



hend aus Sanden und Kiesen, Bänderton und Braunkohle. Der Zielgrundwasserleiter stand im Bohrungsbereich mit einer Mächtigkeit von ca. 4,00 m an und war muldenförmig abgelagert. Vorgabe seitens der Planer war, die HDD-Drainage ca. 50 cm oberhalb der erkundeten GWL-Unterkante zu platzieren. Hieraus ergab sich aufgrund der erwähnten Muldenstruktur ein leichter Unterbogen im Bohrverlauf, welcher durch die Planer durchaus gewünscht war (Abb. 1). Der Betriebsplan der HDD-Drainage sah nämlich vor, die anschließende Wasserentnahme über eine Vakuumsaugleitung zu realisieren. Somit war also kein konstantes Gefälle bis zum Tiefpunkt in der Böschung erforderlich.

Für die Ausführung der Bohrarbeiten wurde eine 100-t-Bohranlage vorgesehen. Die Pilotbohrung erfolgte wegen der zu durchbohrenden Mergelschichten mit einem Felsbohrmotor, bestückt mit einem 8 1/2"-MT-Rollenmeißel. Aufgrund der erforderlichen Präzision wurde für die Ortung das Gyro-Steering-Tool der Firma Brownline verwendet.

Der Filterrohrstrang bestand aus Edelstahlwickeldrahtfiltern in der Nennweite DN 200. Wegen der relativ geringen Zugfestigkeit wurde der Filterstrang in einem Schutzrohr PE-HD DA 355 x 32,3 mm vormontiert. Der Ablauf sah vor, das Trägerrohr mit innenliegendem Filterrohr in das Bohrloch einzuziehen, im Anschluss das Filterrohr zu fixieren und das Trägerrohr

wieder aus dem Bohrloch herauszuziehen.

Wie schon erwähnt, bestand zwischen Bohreintritt und -austritt ein enormer Höhenunterschied (Abb. 2). Dieser hätte zur Folge gehabt, dass mit dem Durchstoß der Pilotbohrung in der Böschung das Bohrloch annähernd leer gelaufen wäre. Der dadurch ausbleibende stabilisierende Suspensionsdruck im Bohrlochgewölbe bei gleichzeitigem Grundwasserzustrom hätte eine riskante Bohrlochinstabilität zur Folge gehabt. Daher wurde im Austrittsbereich der Bau eines Spüldammes mit dem Ziel geplant, den Suspensionspegel oberhalb des Grundwasserspiegels des zu verfilternden Grundwasserleiters zu halten (Abb. 3).



Abb. 6 – Da der Ausbau des Trägerrohres reibungslos gelang, war der Einsatz der Bohranlage nicht erforderlich.



Abb. 7 – Bau der Fassungsbauwerke am Start- und Zielpunkt der Bohrung sowie der Bauwerke für die Grundwasserreinigung

Der Bau des Spüldammes hatte dementsprechend auch Folgen auf die erforderliche Oberbogenkonstruktion für den einzuziehenden Rohrstrang. Von Vorteil erwiesen sich dabei die großzügigen Platzverhältnisse im Zielbereich der Bohrung, welche auch diese Sonderkonstruktionen ermöglichten (Abb. 4). Der Rohreinzug erfolgte somit vom Tiefpunkt zum Hochpunkt der Bohrung. Nach erfolgreichem Einzug des Trägerrohres wurde der innenliegende Filterrohrstrang im Tiefpunkt an einem Bagger fixiert. Das Ziehen des Trägerrohres erfolgte in Richtung Hochpunkt mithilfe eines schweren Kettenbaggers (Abb. 5). Für den Fall, dass die Zugleis-

tung des Baggers nicht ausreicht, wurde in ca. 30 m Abstand zum Bohreintrittspunkt ein zweites Widerlager für die 100-t-Bohranlage vorbereitet, welche dann Hub um Hub das Trägerrohr gezogen hätte. Der Ausbau gelang jedoch reibungslos, sodass der Einsatz der Bohranlage nicht erforderlich wurde.

Bei dieser Bohrung wurde bereits im Vorfeld aufgrund der überwiegend kiesigen Geologie im Zielgrundwasserleiter entschieden, eine Bohrsuspension auf Bentonitbasis zu verwenden und nicht – wie bei Brunnenbauprojekten allgemein üblich – eine abbaufähige Biopolymer-spülung. Um die während der Bohrung

entstandene Filterkruste wieder aufzubrechen und um Bentonitreste auszuspülen, erfolgte direkt im Anschluss die Brunnenentwicklung mittels Jet-Master-Verfahren durch die Fa. Etschel Brunnenservice. Dieses Verfahren ist notwendig, um nach dem Ziehen des Trägerrohres über die Länge des eingebauten Filterstrangs einen gleichmäßigen, guten hydraulischen Kontakt zum anstehenden Grundwasserleiter sicherzustellen.

Nach der Drainageentwicklung erfolgte der Bau der Fassungsbauwerke am Start- und Zielpunkt der Bohrung sowie der Bauwerke für die Grundwasserreinigung (Abb. 7). Nach Installation der kompletten EMSR-Ausrüstung konnte ein erster Probelauf durchgeführt werden. Bereits ohne Pumpbetrieb lieferte die Drainage durch den hydrostatischen Überdruck im Grundwasserleiter einen leichten Wasserfluss. Die Zielentnahmelistung von 1 bis 4 m³/Stunde über eine installierte Vakuumsaugleitung wurde infolge dessen erwartungsgemäß erreicht.

Projekt 2

Die zweite Baumaßnahme betraf das DBU-Förderprojekt: „Entwicklung eines umweltschonenden und effizienten Verfahrens zur Entwässerung oberflächennaher Lockergesteine mittels verlaufsgesteuert hergestellter Filterbrunnen“. Diese HDD-Bohrung wurde als Großfeldversuch durchgeführt. Gegenstand des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines umweltschonenden und effizienten Verfah-



Abb. 8 – Den Ein- und Wiederausbauvorgang des Stahlträgerrohres bewältigte die 250-t Großbohranlage.



Abb. 9 – Einzug des Trägerrohres von der Böschungunterkante in das Bohrloch



Abb. 10 – Das Stahlträgerrohr wurde Hub um Hub mit der Bohranlage gezogen und getrennt.

rens für die Grundwasserabsenkung mittels Horizontaldrainagen. Auch hier war die Beermann Bohrtechnik GmbH mit der Durchführung der HDD-Bohrung beauftragt. Die Projektleitung übernahm das IBGW Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH in Leipzig, das Versuchsgelände stellte die MIBRAG. Forschungspartner ist die TU Bergakademie Freiberg.

Nachdem durch die Projektpartner anhand von Datenauswertungen vorhandener Erkundungsbohrungen und Grundwassermessstellen ein geeigneter Feldversuchsstandort ermittelt werden konnte, begann durch die Beermann Bohrtechnik die Planung des Feldversuchs. Dieser HDD-Brunnen sollte – anders als beim zuvor dargestellten Projekt – das gefasste Grundwasser im freien Gefälle bis zur Tagebauböschung ableiten. Unter Berücksichtigung der örtlichen Topografie und der Ausdehnung des Grundwasserhorizontes wurde eine 800 m lange und 40 m tiefe Horizontalbohrung erforderlich. Auch hier war geplant, den Filter so tief wie möglich im Grundwasserhorizont zu platzieren,

um einen größtmöglichen Entwässerungserfolg zu erzielen.

Neben guten hydraulischen Eigenschaften war ein weiteres Kriterium bei der Wahl des Filterrohrmaterials dessen Baggerfähigkeit – was bedeutet, dass im Vorfeld zur Abbaggerung der Abraummassen kein Rückbau der Drainagerohre erforderlich wird. Die Wahl fiel letztendlich auf einen PVC-Wickeldrahtfilter DN 150 mm mit Steckmuffenverbindung. Aufgrund der nur sehr geringen Zugbelastbarkeit dieses Rohrsystems wurde als Trägerrohr für den Einbauvorgang ein Stahlschutzrohr mit den Abmessungen 273 x 4,5 mm gewählt.

Da ein Kernziel des Forschungsprojektes die Erprobung einer möglichst wirtschaftlichen und effizienten Einbaumethode ist, wurden alle potenziellen Verfahrensweisen in einer Gegenüberstellung von Pro und Contra miteinander verglichen. Die Wahl fiel letztendlich auf den Ein- und Wiederausbauvorgang des Stahlträgerrohres mit einer 250-t-Großbohranlage (Abb. 8).

Der Vorteil, der sich hieraus ergab, war, dass bereits mit der Pilotbohrung ein ca. 300 mm großes Pilotbohrloch aufgebohrt werden und somit der Zwischenschritt für eine Bohrlochaufweitung entfallen konnte. Das im Tiefpunkt in Verlängerung der Bohrachse vorbereitete Trägerrohr konnte somit direkt nach dem Durchstoß der Pilotbohrung an der Böschungunterkante in das Bohrloch eingezogen werden (Abb. 9). Der Einziehvorgang verlief reibungslos mit einer registrierten maximalen Zugkraft von 10 t. Nach dem Einziehvorgang wurde der innenliegende Filterrohrstrang im Tiefpunkt fixiert und gehalten. Dann wurde das Stahlträgerrohr Hub um Hub mit der Bohranlage gezogen und getrennt (Abb. 10). Der Ausbauvorgang dauerte anderthalb, der gesamte Installationsvorgang lediglich sieben Arbeitstage. Direkt im Anschluss erfolgte die Brunnenentsandung und Aktivierung wieder mit dem System Jet-Master der Firma Etschel Brunnenservice.

Die Anfangsergiebigkeit lag bei ca. 90 l/min und ist bis heute, bedingt durch den mit der Drainage erzielten Entwässerungsfortschritt (Restentwässerung), auf ca. 50 l/min abgefallen. Durch die erfolgreiche Installation des Horizontalfilters – sowohl technologisch als auch funktional – konnte die Beermann Bohrtechnik nicht nur die Grundlage für alle weiteren Effizienzuntersuchungen innerhalb des Forschungsprojektes schaffen, sondern auch das Potenzial unterstreichen, welches die HDD-Technologie für dieses Aufgabengebiet bietet.

Autor

Timo Mücke
Beermann Bohrtechnik GmbH
Heinrich-Niemeyer-Str. 50
48477 Hörstel
Tel.: 05454 9305-25
Fax: 05454 9305-75025
timo.muecke@beermann.de
www.beermann.de

Impressum

wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft
Gas und Wasser mbH
Barbara Bärwolf
Josef-Wirmer-Str. 3
53123 Bonn
Tel.: 0228 9191-435
Fax: 0228 9191-492
baerwolf@wvgw.de
www.wvgw.de