

REGIONALES PUMPWERK AARENFELD

VON DEN HYDROGEOLOGISCHEN ERKUNDUNGEN BIS ZUR REALISIERUNG EINES GRUNDWASSERBRUNNENS NACH W9

Das Grundwasserpumpwerk Spitzacker im solothurnischen Niederamt musste im Mai 2015 dem SBB-Grossprojekt Eppenbergtunnel weichen. Die beiden Bezügergemeinden Gretzenbach und Schönenwerd hatten deshalb ihre Wasserbeschaffung neu zu organisieren. Im März 2020 hat das Ersatzpumpwerk Aarenfeld mit einer Fördermenge von bis zu 10 000 l/min seinen Betrieb aufgenommen. Bis zum eigentlichen Bau des Pumpwerks wurde mit hydrogeologischen Erkundungen nach dem richtigen Standort gesucht. Planung und Bau verliefen wie in der neuen SVGW-Richtlinie W9 beschrieben. Das neue Pumpwerk gilt deswegen als mustergültiges Fallbeispiel.

Hansruedi Pfister*; Walter Labhart, Jäckli Geologie AG
Clemens Baschung, BSB + Partner

RÉSUMÉ

STATION DE POMPAGE RÉGIONALE D'AARENFELD – EXEMPLE POUR LA PLANIFICATION ET LA RÉALISATION D'UN PUIS D'EAU SOUTERRAINE

La station de pompage d'eau souterraine Spitzacker dans le Niederamt soleurois a dû être abandonnée en 2015 au profit du grand projet CFF du tunnel d'Eppenbergtunnel. Les deux communes approvisionnées ont donc dû réorganiser leur approvisionnement en eau. Dans le cadre du plan de distribution d'eau régional Olten Gösigen, la station de pompage Aarenfeld a été construite avec un débit maximal de 10 000 l/min. Celle-ci entrera bientôt en service. Des recherches hydrogéologiques ont été entreprises pour trouver le site adéquat jusqu'à la construction de la pompe. La planification et la construction se sont déroulées comme le prévoit la nouvelle directive SSIGE W9 et constituent donc des exemples modèles. Le puits achevé atteint un rendement nettement plus important que prévu. Ce dernier s'élève à 17 000 l/min. Pour un prélèvement de 10 mille l/min, la baisse dans le puits s'élève à près de 2 m. À l'aide d'essais de traçages supplémentaires, d'échantillonnages et de relevés de mesures dans divers points de mesure en partie créés, il a été possible de répondre aux questions restées en suspens après les études préliminaires en ce sens que les zones de protection des eaux souterraines ont pu être définitivement définies pour un débit de 10 000 l/min.

EINLEITUNG

Im Frühling 2015 hat die SBB die Bauarbeiten für den Eppenbergtunnel aufgenommen. Dieser ist das Herzstück des Ausbaus der SBB-Strecke Olten–Aarau, mit dem die Kapazität der Ost-West-Achse erhöht wird. Ende Jahr geht der Vierspurausbau in Betrieb. Mit dem Baustart des SBB-Grossprojekts musste allerdings das Grundwasserpumpwerk Spitzacker im solothurnischen Niederamt vom Netz genommen werden, da der Bau die Grundwasserschutzzone tangierte. Die beiden Bezügergemeinden Gretzenbach und Schönenwerd mussten deshalb ihre Wasserbeschaffung neu organisieren. Bis zur Inbetriebnahme des neuen Pumpwerks Aarenfeld bezogen die Gemeinden ihr Trinkwasser aus Aarau. Das neue Pumpwerk gilt als mustergültiges Fallbeispiel, wurde doch der Planungsablauf gemäss der SVGW-Richtlinie W9 für Grundwasserbrunnen angewandt.

STRATEGISCHE PLANUNG

Als die beiden Bezügergemeinden vom bevorstehenden SBB-Ausbau erfuhren, stand für sie schnell fest, ein eigenes Ersatzpumpwerk im Gebiet Aarenfeld in Gretzenbach anzustreben (Fig. 1).

* Kontakt: h.pfister@jaeckli.ch

(Titelbild: BSB + Partner)

Erste hydrogeologische Standorterkundungen wurden deshalb bereits 2013 durchgeführt. Trotz positiver Ergebnisse wurde das Projekt vorerst nicht weiterverfolgt. Denn mit vergleichsweise geringem Zeit- und Investitionsaufwand konnte von der IBAarau AG (heute Eniwa AG) aus Aarau Trinkwasser bezogen werden. Die Netzanbindung hierfür wurde 2015 erstellt.

Zur gleichen Zeit erstellte das Amt für Umwelt des Kantons Solothurn den regionalen Wasserversorgungsplan Olten Gösgen [1]. Darin wurde ein künftiges Pumpwerk Aarenfeld als neues Standbein eines regionalen Versorgungsnetzes angedacht (s. auch Box S. 41). In Zusammenarbeit mit dem Kanton wurde das Projekt reaktiviert und im Sommer 2016 wurden weiterführende hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt.

VORSTUDIEN

Das Aarenfeld liegt zwischen Olten und Aarau im Verbreitungsgebiet des mächtigen und sehr ergiebigen Grundwasserstroms des solothurnischen Aaretals (Niederamt). Bereits im Vorfeld wurde das Gebiet Aarenfeld in Gretzenbach für die Realisierung eines öffentlichen Pumpwerks als geeignet befunden. Mit hydrogeologischen Standorterkundungen in drei Phasen wurden verschiedene Detailfragen bearbeitet.

PHASE 1: UNTERSUCHUNGEN 2013

Ziel der Untersuchungen in Phase 1 war die vertiefte hydrogeologische Eignungsabklärung der Lokalität. Diese drängte sich auf, da die SBB als Grundeigentümerin Hand bot für das Projekt. Im Sommer 2013 wurden an zwei Standorten Kernbohrungen abgeteuft und zu Versuchsbrunnen DN 200 ausgebaut. Diese dienten zur Durchführung von Kurzpumpversuchen und Flowmetermessungen sowie zur Entnahme von Grundwasserproben. Die Flowmetermessungen zeigten trotz der gemäss Bohrprofilaufnahme recht homogen zusammengesetzten Flussschotter das typische Bild mit schichtweise deutlich variierenden k_f -Werten (Fig. 2). Positiv zu werten war, dass über die gesamte Grundwassermächtigkeit von gut 20 m besser durchlässige Schichten vorhanden waren. Da auch die umfangreichen chemischen Analysen – mit Ausnahme einer CKW-Spurenbelastung (Chlorierte Kohlenwasserstoffe) – eine sehr gute

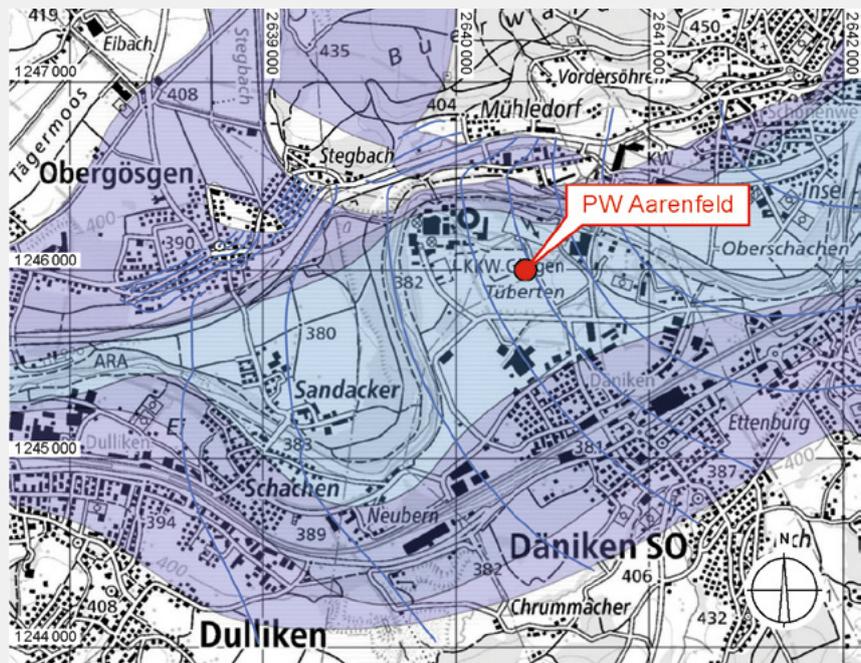


Fig. 1 Grundwasserkarte mit Fassungsstandort.

(Karte: Geoportal Kt. Solothurn)

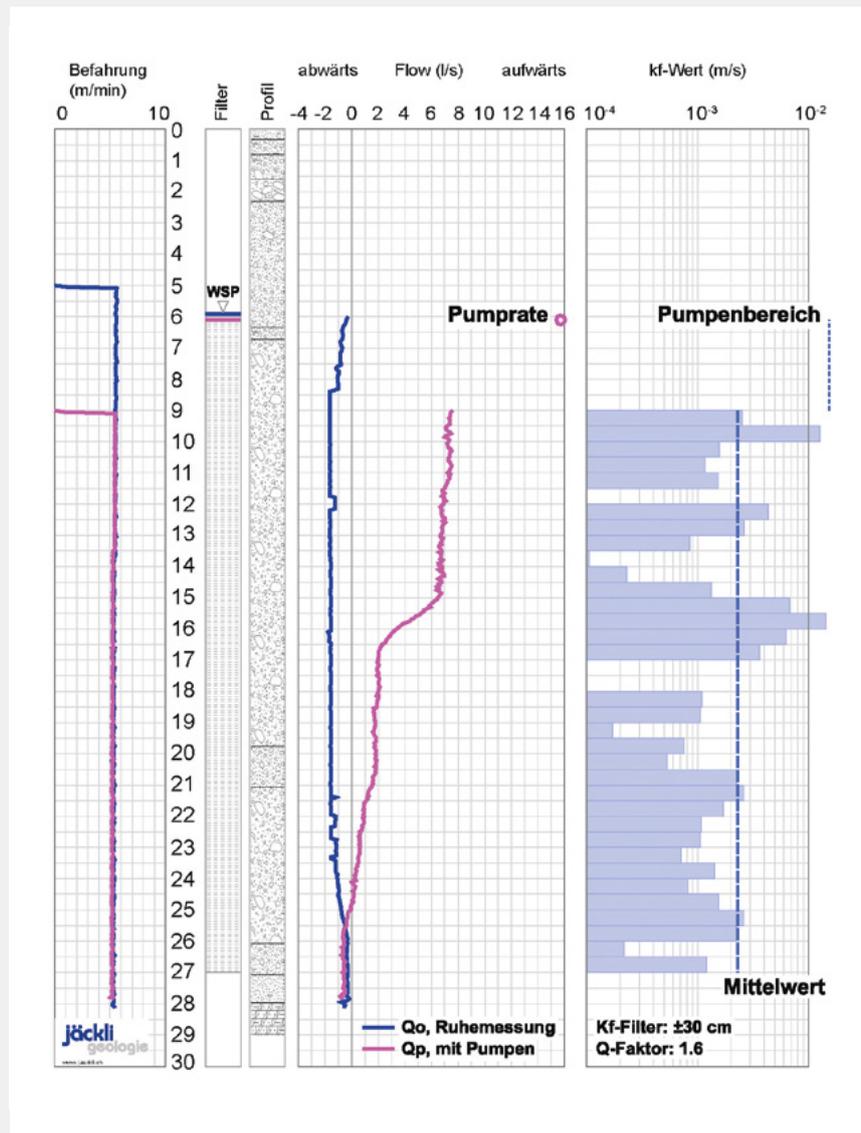


Fig. 2 Bohrprofil Versuchsbrunnen 13-2 mit Diagramm Flowmetermessung.

(Jäckli Geologie AG)

Grundwasserqualität zeigten, wurde die Realisierbarkeit eines Pumpwerks im Aarenfeld mit einer Fördermenge von maximal 15 000 l/min als grundsätzlich möglich beurteilt.

Nach Vorliegen der Sondierergebnisse wurden die potenziellen Fassungsstandorte mit dem regionalen Grundwassermodell des Kantons weiter evaluiert [2, 3]. Damit konnten eine Vordimensionierung der Grundwasserschutz-zonen durchgeführt, die mögliche Beeinflussung durch Infiltration von Wasser aus der nahen Aare untersucht sowie mögliche Konflikte mit anderen Grundwassernutzungen beurteilt werden. In einer Nutzwertanalyse wurde der Standort Aarenfeld ausserdem mit einem westlich der Aare gelegenen Standort verglichen.

PHASE 2: UNTERSUCHUNGEN 2016

Nach Reaktivierung des Projekts für eine Ersatzfassung im Aarenfeld wurden im Sommer 2016 ergänzende Detailuntersuchungen durchgeführt, ob ein Pumpwerk mit einer Leistung zwischen 5000 und 10 000 l/min realisierbar wäre. Da die beiden 2013 gebauten Versuchsbrunnen im Hinblick auf die Schutz-zonen-ausscheidung entweder zu weit südlich bzw. zu weit nördlich lagen, wurde ein zusätzlicher Versuchsbrunnen erstellt. Aus Kostengründen wurde dieser als KleinfILTERBRUNNEN DN 250 und nicht als Grossfilterbrunnen ausgeführt. Während des anschliessenden Dauerpumpversuchs wurde daher aus allen drei Versuchsbrunnen parallel Wasser gefördert

und in die Aare abgeleitet. So konnte eine Förderleistung von gut 5000 l/min erzielt werden. In Phase 2 standen folgende Fragestellungen im Fokus:

Grundlagenbeschaffung für Brunnenkonzept
Um einen Filterbrunnen und eine Filterschüttung fachgerecht zu bemessen und zu planen, ist eine detaillierte, schichtweise Charakterisierung des Grundwasserleiters von grosser Wichtigkeit. Neben einer geologischen Bohrprofil-aufnahme der Kernbohrung 16-1 wurde die Granulometrie (Kornverteilung) von fünf Materialproben aus verschiedenen Tiefen im Erdbaulabor mit Siebanalysen bestimmt (Fig. 3). Es zeigte sich, dass in einer Tiefe zwischen 7,0 und 8,5 m eine Schicht mit ca. 85% Sandanteil vorlag. Da die Sandschicht in einem späteren Pumpwerk genau im Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels zu liegen gekommen wäre, musste der Standort für den Bau eines Filterbrunnens als ungünstig beurteilt werden. Die Kornverteilungen der übrigen Proben zeigten einen gut abgestuften Kies mit einem Sandanteil von 15 bis gut 20%. Am definitiven Standort des Brunnen wurde in Phase 3 nochmals eine Kernbohrung abgeteuft.

Infiltration Aare

Die Aare beeinflusst den Grundwasserstrom des Solothurner Niederamtes sehr stark und trägt durch Infiltration massgeblich zur grossen Ergiebigkeit des Stroms bei. Aufgrund der zahlreichen Stauhaltungen erfolgt die Fluss-Grund-

wasser-Interaktion in komplexer Art und Weise. Eine zentrale Fragestellung war deshalb, ob zwischen Aare und Pumpwerk präferenzielle Fliesswege vorhanden sind, entlang derer das Flussinfiltrat rasch bzw. mit kurzen Verweilzeiten im Untergrund zum Pumpwerk gelangen kann. Zur Klärung dieser Frage wurden am Ufer der Aare (Restwasserstrecke) in Zustromrichtung zum Pumpwerk mehrere Grundwassermessstellen errichtet und während des ca. 36 Tage dauernden Dauerpumpversuchs mit Fluoreszenzmarkierstoffen geimpft. Mit dem Markierversuch wurde eine minimale Fliesszeit von über zwei Monaten nachgewiesen (die Tracer wurden erst nach Ende des Pumpversuchs nachgewiesen). Im Hinblick auf die geplante Trinkwassernutzung konnte dieses Resultat als positiv bewertet werden. In den zahlreichen Messstellen wurden auch Datenlogger zur Aufzeichnung von Grundwasserspiegel und qualitativen Parametern (Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffkonzentration) eingebaut, um zusätzliche Erkenntnisse über die Infiltrationsverhältnisse zu gewinnen.

Grundwasserzustrom aus dem Areal des Kernkraftwerks Gösgen

Knapp 300 m westlich des Standortes befindet sich das Kernkraftwerk Gösgen. Aufgrund der allgemeinen Grundwasser-Fliessverhältnisse und gemäss den Modellprognosen [2] musste damit gerechnet werden, dass Grundwasser vom Kraftwerksareal in Richtung Pumpwerk fliesst. Dies hätte als Risikofaktor bewertet werden müssen. Mit einem Markierversuch (Eingabe von Fluoreszenzmarkierstoff in mehreren Grundwassermessstellen auf dem Kraftwerksareal) und der Analyse von mehreren Radionukliden, die potenziell von einem Kernkraftwerk freigesetzt werden können, wurde gezeigt, dass höchstens sehr wenig Grundwasser mit sehr langen Verweilzeiten vom Kraftwerksareal zum Pumpwerk strömt. Radionuklide wurden nicht bzw. im Fall von Tritium mit der global vorhandenen Hintergrundkonzentration nachgewiesen.

Zusätzlich wurde der Grundwasserspiegel durch den Kraftwerksbetreiber in zahlreichen Messstellen während des Versuchs laufend überwacht. Es zeigte sich, dass die hydraulischen Auswirkungen des Pumpbetriebs in den Versuchsbrunnen kaum spürbar waren und nur

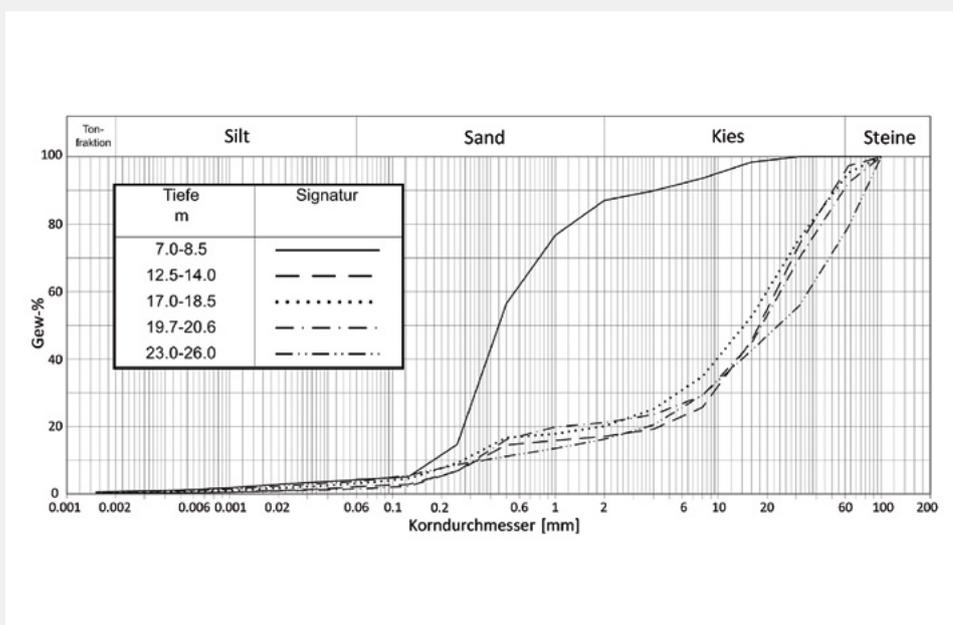


Fig. 3 Granulometrie von fünf Materialproben aus Bohrung 16-1.

(Jäckli Geologie AG)

im östlichsten Teil des Kraftwerksareals eine sehr geringe Absenkung des Grundwasserspiegels um wenige Zentimeter zu verzeichnen war.

Fliessverhältnisse im Bereich der späteren Schutzzone

Zur Vorausscheidung der Grundwasserschutz-zonen wurden im Bereich der späteren Schutz-zonen zwei weitere Grundwassermessstellen erstellt. Diese wurden einerseits als zusätzliche Impfstellen für die Eingabe von Fluoreszenzmarkierstoffen verwendet. Andererseits wurden dort weitere Datenlogger zur Grundwasserüberwachung eingebaut.

Mit dem Markierversuch konnten zusätzliche Erkenntnisse über Fliessgeschwindigkeiten und Aufenthaltszeiten des Grundwassers im Nahbereich des künftigen Pumpwerks gewonnen werden. Zudem konnte basierend auf den Ergebnissen des Markierversuchs eine genauere Abschätzung der flächenhaften Durchlässigkeit des Grundwasserleiters (Gebiets-K-Wert) vorgenommen werden. Die Untersuchungen wurden in erster Linie in der Haupt-zuströmrichtung durchgeführt.

PHASE 3: UNTERSUCHUNGEN 2017

Wie im vorangehenden Kapitel erläutert, musste der Standort des dritten Versuchsbrunnens aufgrund der dort angetroffenen Sandlage als ungünstig beurteilt werden. Folglich wurde ein Alternativstandort definiert, da die älteren Versuchsbrunnen ebenfalls nicht optimal lagen. Zur Bestätigung der Standorteignung wurde 2017 eine zusätzliche Sondierbohrung niedergebracht, in der ein vergleichsweise homogener Kies ohne Sandlagen angetroffen wurde. Der Standort wurde deshalb definitiv zur Realisierung des Grundwasserbrunnens festgelegt.

PLANUNG UND PROJEKTIERUNG

Gestützt auf die Untersuchungsergebnisse konnte das Bau- und Justizdepartement das kantonale Nutzungsplanverfahren durchführen, das nebst Erschliessungs- und Schutz-zonenplan auch die Erteilung der Baubewilligung beinhaltete.

AUSSCHIEDUNG DER SCHUTZZONEN

Der Ausschcheidung der Grundwasserschutz-zonen wurden einerseits die Ergebnisse des Markierversuchs zugrunde gelegt. Andererseits wurde die 10-Tages-Isochrone (Isoleinie mit 10-tägiger Verweil-

dauer des Grundwassers) rechnerisch bestimmt. Die Berechnung wurde im Sinne einer Sensitivitätsanalyse mit verschiedenen Inputparametern (z.B. Durchlässigkeitsbeiwert k , Fig. 4) durchgeführt.

im Nachhinein erwies es sich als ungünstig, dass während der Untersuchungspha-

se 2 im Jahr 2016 gestützt auf die Modellprognosen [2, 3] abstromseitig keine Messungen durchgeführt wurden. Denn gemäss Isochronen-Berechnung hätte die Schutzzone S3 bei einer Fördermenge von 10 000l/min auch das Gebiet eines belasteten Standortes umfasst. Folglich wurde

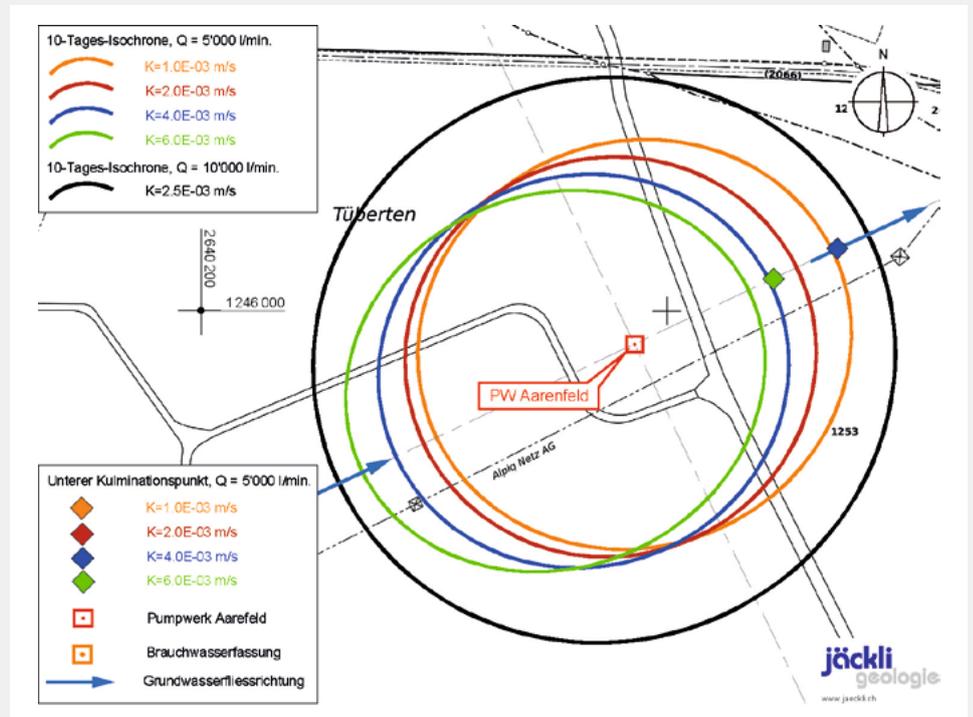


Fig. 4 10-Tages-Isochrone im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse.

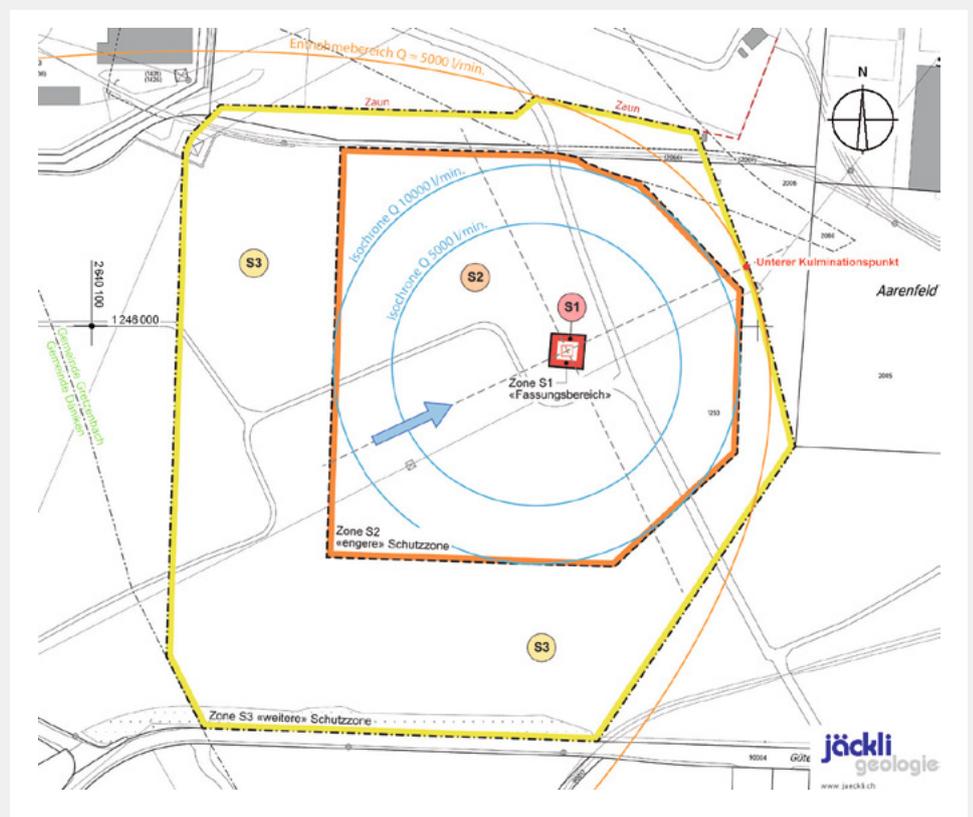


Fig. 5 10-Tages-Isochronen für Fördermengen von 5000l/min und 10000l/min; Grundwasserschutz-zonen.

vorerst nur eine Konzession über 5000 l/min beantragt. Die Schutzzone S2 wurde aber bereits für eine Entnahme von 10000 l/min dimensioniert (Fig. 5). Mit der kantonalen Bewilligungsbehörde wurde vereinbart, dass mit Hilfe eines nochmaligen Pumpversuchs nach dem Bau des Grossfilterbrunnens die definitive Schutzzone ausgeschieden und die maximal mögliche Fördermenge bestimmt wird. Da nach Fertigstellung des Pumpwerks ohnehin eine Landumlegung mit Neuparzellierung erfolgen wird, wurden die Schutzzonengrenzen der künftigen landwirtschaftlichen Nutzung angepasst.

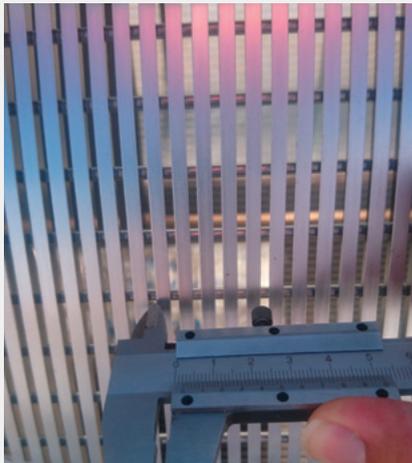


Fig. 6 Wickeldrahtfilter, Messung der Schlitzweite bei Rohrabnahme. (Jäckli Geologie AG)

BRUNNENKONZEPT

Als der Filterbrunnen geplant wurde, war wegen der Schutzzonenausscheidung nicht klar, ob eine Fördermenge von 10000 l/min überhaupt erreichbar ist. Trotzdem wurde das Brunnenkonzept darauf ausgelegt. Aufgrund der regionalen Nutzung des Pumpwerks mussten vier Unterwasser- oder drei Bohrlochwellenpumpen eingebaut werden können. Nach umfangreichen Variantenstudien wurde die Vorgabe mit folgendem Brunnenkonzept umgesetzt:

- Von den Auftragbergemeinden wurde aus betrieblichen Gründen ein Einbrunnen-Konzept gegenüber einem Zwillingsbrunnen favorisiert.
- Die ursprünglich angestrebten Bohrlochwellenpumpen hätten einen Brunnendurchmesser von 3 m erfordert. Ein Bauwerk dieser Dimension hätte nur im Beton-Senkschacht-Verfahren erstellt werden können. Mit einem Systemwechsel auf Unterwasserpumpen genügte ein Brunnendurchmesser von 1,5 m. Diese Abmessung kann mit vorgefertigten Edelstahlrohren realisiert werden.
- Im Filterbereich des 27 m tiefen Brunnens hätte mit diesem Rohrdurchmesser die notwendige Druckfestigkeit nur mit einer Wandstärke von 12 mm

gewährleistet werden können. Ein Schlitzbrückenfilter mit Durchmesser 1,5 m hätte bei dieser Wandstärke keine genügende filtertechnische Kapazität aufgewiesen, da die freie Filterfläche zu gering wäre. Beide Kriterien konnten mit einem Vertikal-Wickeldrahtfilter mit Durchmesser 1,2 m erfüllt werden (Fig. 6 und 7), der bei einer Filterlänge von 11,5 m eine theoretische filtertechnische Belastbarkeit von ca. 15000 l/min aufweist. Mit dieser Bauweise musste weder ein deutlich kostspieligerer Horizontalfilterbrunnen noch ein Zwillingsbrunnen erstellt werden.

- Da der oberste Bereich der Grundwassersäule im Bereich des Vollrohrs mit Durchmesser 1,5 m liegt und im Betrieb des Brunnens eine Vertikalströmung im Ringraum stattfindet, musste auch hier eine genügend mächtige Ringraumschüttung gewährleistet werden. Dies wurde mit einem Bohrdurchmesser von 2,0 m erreicht.

Im Hinblick auf die Ausführung ergaben sich aus obigem Brunnenkonzept diverse Anforderungen sowie spezifische Massnahmen, die in der Ausschreibung von zentraler Bedeutung waren:

- Mit dem Brunnendurchmesser von 1,5 m sind die Platzverhältnisse für den



Fig. 7 Einbau des Wickeldrahtfilters.

(Strabag AG, B. Huber).

Pumpeneinbau beengt. Da die Pumpen frei hängend, ohne Führungsvorrichtung am Filterrohr eingebaut werden, mussten an die Vertikalität des Rohrs hohe Anforderungen gestellt werden. Die Abweichung aus dem Lot durfte maximal 1% betragen.

- Wickeldrahtfilter weisen zwar eine grosse Druckfestigkeit in radialer Richtung auf. In der axialen Richtung ist die Stabilität aber eingeschränkt, was zu einem Einknicken des Filters führen kann, wenn während des Einbaus das gesamte, im vorliegenden Fall ca. 8 t schwere Rohr im Bohrloch abgestellt wird. Zur Aufnahme der axialen Kräfte wurden deshalb vom Filterlieferanten aussen am Filter Stützrohre angebracht.

PUMPENKONZEPT

Die Dimension des Brunnens ist darauf ausgerichtet, dass im Endausbau vier Un-



Fig. 8 Brunnen mit zwei Unterwasserpumpen. (BSB + Partner)

Wirkungsgrad Pumpe η_{p2} (als Garantiewert)	81,50%
Wirkungsgrad Motor η_{p1} (als Garantiewert)	88,00%
Korrektur Wirkungsgrad gemäss Toleranzklasse 1E nach ISO 9906:2012	0,00%
Gesamtwirkungsgrad des Pumpenaggregates (η_{Gr}) bei 50 Hz ohne Wirkungsgrad FU und E-Leitung	71,72%
Wirkungsgrad FU = 0,00%, da Anlauf mittels SA	0,00%
Wirkungsgrad E-Leitung	98,90%
Bereinigter Gesamtwirkungsgrad η_{tot} für Berechnung der Jahreskosten	70,93%

Tab. 1 Berechnung des Gesamtwirkungsgrads η_{tot} für die Berechnung der jährlichen Betriebskosten pro Pumpe. (Quelle: Wilo Schweiz AG)

terwasserpumpen (UWP) à je 3500 l/min installiert werden können, um die nach RWP benötigte Menge von total 10 000 l/min fördern zu können. Vorderhand wurden jedoch nur zwei UWP installiert, um im alternierenden Pumpbetrieb mindestens den mittleren Tagesverbrauch der Gemeinden Schönenwerd und Gretzenbach im Niedertarif sicherzustellen (Fig. 8 und 9).

Die Wahl der Unterwasserpumpen erfolgte im Hinblick auf eine Betriebsdauer von ca. 80 Jahren aus wirtschaftlicher, betrieblicher und technischer Sicht mit Berücksichtigung einer dem RWP angepassten flexiblen hydraulischen Auslegung. Die Vergabe der Pumpen konnte im freihändigen Verfahren erfolgen, jedoch wurde für den Offertvergleich ein Zuschlagskriterium mit einer Gewichtung von 90% für die Jahreskosten pro Pumpe im Einzelbetrieb definiert. Die Jahreskosten setzten sich dabei aus den auf zehn Jahre annuierten Investitionskosten und den auf Basis des bereinigten Gesamtwirkungsgrads (η_{tot}) errechneten Betriebskosten zusammen (Tab. 1). Massgebend für die Einhaltung der geforderten Fördermenge Q, der Förderhöhe H und des Gesamtwirkungsgrads des Pumpenaggregates (η_{Gr}) ist die Toleranzklasse E1 nach ISO 9906:2012. Diese Parame-

ter müssen garantiert und mittels Leistungsnachweis im Prüfstand wie auch im Betrieb nachgewiesen werden. Kann der Wirkungsgrad (η_{Gr}) die geforderte Toleranzklasse nicht einhalten, so sind die dadurch entstehenden Mehrkosten, resultierend aus der Differenz der effektiven und garantierten Energieverbräuche, vom Lieferanten zu bezahlen.

AUSFÜHRUNG

Die Brunnenbauarbeiten wurden im August 2018 aufgenommen und Anfang Dezember 2018 mit Ende des Dauerpumpversuchs abgeschlossen. Die Arbeiten verliefen erfolgreich und ohne Zwischenfälle.

BRUNNENBAU

Wie beim Bau von grosskalibrigen Filterbrunnen üblich, wurde die Bohrung im Greifer-Bohrverfahren niedergebracht (Fig. 10). Die Bohrrohre mit einem Durchmesser von 2 m konnten in einer Tour ohne Teleskopierung bis auf die Felsoberfläche abgesenkt werden.

Während und am Ende des Bohrvorgangs wurde die Vertikalität der Bohrrohre durch den Geomatiker mehrmals gemessen. Da die Abweichung aus der Vertikalen deutlich unter dem vertraglich vereinbarten Toleranzwert lag, konnten die Filterrohre ohne Korrekturmassnahmen eingebaut werden (Fig. 7).

Die weiteren Arbeitsschritte bestanden aus dem abschnittswisen Einbringen der Filterkiesschüttung und dem Rückzug der Bohrrohre. Als Filterkies wurde handelsüblicher Rundkies 4-8 mm ab einem lokalen Kieswerk eingebracht (Fig. 11). Zur Sicherstellung einer genügenden Materialqualität wurden vorgängig von mehreren Kieswerken Materialproben angefordert und beurteilt. Eingebaut wurde das bezüglich Siebung, Kornform und Kornqualität am besten bewertete Material.

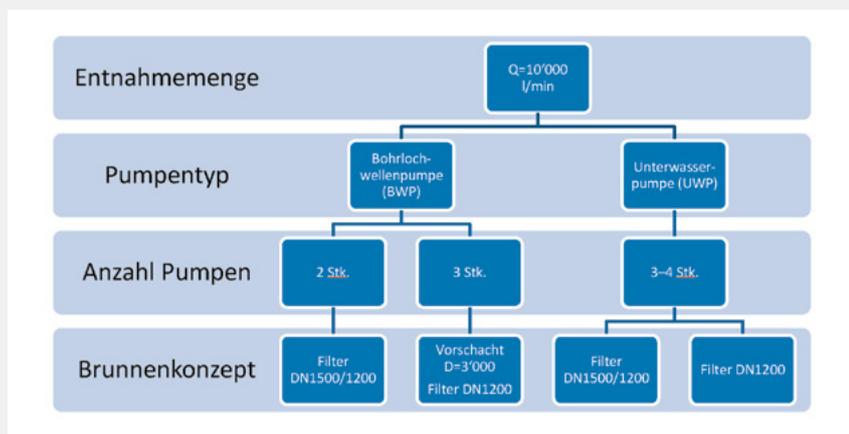


Fig. 9 Entscheidungsmatrix Pumpen- und Brunnenkonzept. (BSB + Partner)



Fig. 10 Seilbagger mit Verrohrungsmaschine zur Ausführung der Greiferbohrung mit Durchmesser 2 m. (Jäckli Geologie AG)

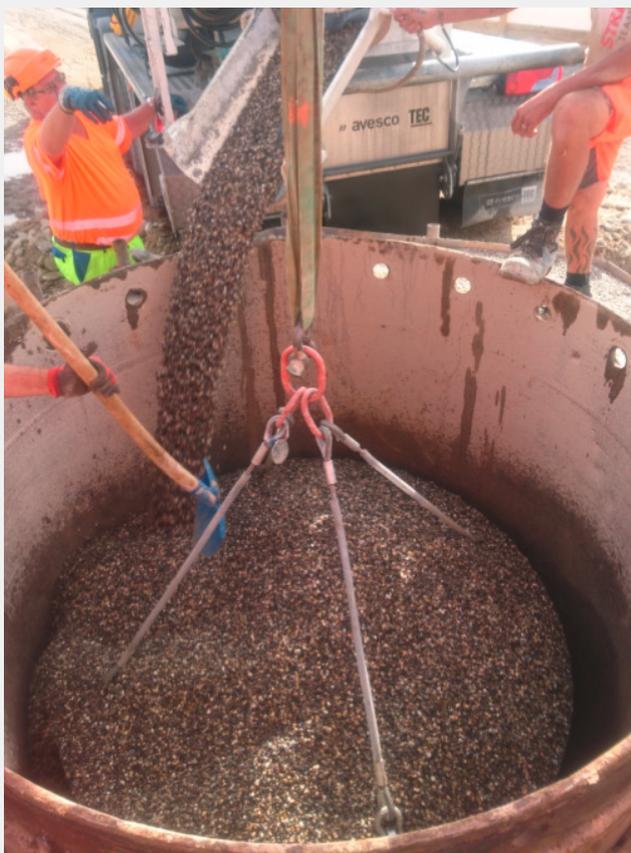


Fig. 11 Einbringen der Filterkiesschüttung. (Jäckli Geologie AG)

ENTSANDUNG

Die Entsandung und Klarspülung des Brunnens wurde in insgesamt vier Phasen mit zwei Methoden durchgeführt:

Setzungsentsandung

Bereits nach Einbringen eines Teils der Filterschüttung und vor dem vollständigen Rohrrückzug wurde mit dem sog.

Entsandungskolben eine erste Entsandung durchgeführt. Dadurch wurde der Filterkies kontrolliert konsolidiert und verdichtet, bevor die restliche Filterschüttung eingebracht wurde. Ziel dieses Vorgehens war es, Setzungserscheinungen und Hohlrumbildungen im Ringraum des fertigen Brunnens zu vermeiden.

Kolbenentsandung

Im fertig erstellten Brunnen wurde anschliessend mit dem Entsandungskolben eine Intensiventsandung durchgeführt. Durch Auf- und Abbewegen eines mit zwei Gummiplatten ausgerüsteten Kolbens im Filterbereich des Brunnens wurden starke Druck- und Sogwellen ausgelöst, die den Sand im angrenzenden Aaretal-Schotter mobilisierten und in den Brunnen transportierten.

Doppelmanschettenpumpe

Zwischen den Gummiplatten des Entsandungskolbens installierte der Brunnenbauunternehmer eine Unterwasserpumpe mit einer Förderleistung von ca. 3000 l/min (Fig. 12). Damit konnte im jeweils bearbeiteten Filterabschnitt eine Strömung erzeugt und zusätzlich Sand ausgespült werden.

Kombination von Kolben- und Doppelmanschettenpumpe

Durch eine gleichzeitige Vertikalbewegung der Doppelmanschettenpumpe im Filterrohr konnte eine zusätzliche Intensivierung des Entsandungsvorgangs erzielt werden. Insgesamt wurde während der Entsandung eine Sandmenge von ca. 5 m³ ausgespült.

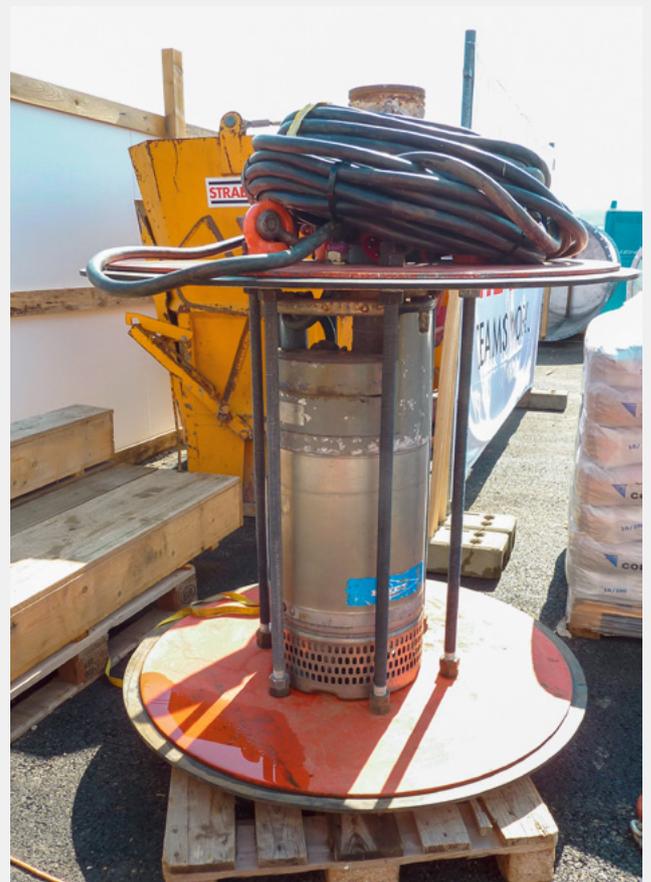


Fig. 12 Entsandungskolben/Doppelmanschettenpumpe.

(Strabag AG, B. Huber)



Fig. 13 Pumpversuchseinrichtung mit Förderleistung 10 000 l/min.

(Jäckli Geologie AG)



Fig. 14 Pumpenhaus mit einem direkt über dem Brunnen angeordneten Bodentor für den direkten Ausbau der Pumpen.

(BSB + Partner)

Zielvorgabe für den Brunnenbauunternehmer war eine Restsandförderung von 0,1 g Sand pro m³ Wasser bei einer Förderleistung von 10 000 l/min. Bei einer konstanten Wasserförderung konnte dieses Ziel während der anschliessenden Pumpversuche deutlich unterboten werden. Einzig nach abrupten Pumpenstarts war vorübergehend noch eine stärkere Sandführung zu beobachten.

PUMPVERSUCH

Als Abschluss der Brunnenbauarbeiten wurden während eines Monats mehrere Pumpversuche (Leistungs-, Dauer- und

Intervallpumpversuch) durchgeführt (Fig. 13).

PUMPENHAUS

Das zweigeschossige Pumpenhaus mit einer lichten Raumhöhe von jeweils 2,7 m umfasst neben dem eigentlichen Anlagebau und der elektromechanischen Ausrüstung im Untergeschoss die gesamte Mess- und Steuerungstechnik sowie eine eigene Trafostation im Erdgeschoss, da ein Niederspannungsanschluss wegen der grossen Entfernung zu den nächsten Infrastrukturen nicht möglich ist. Das aus Stahlbeton erstellte Pumpenhaus ist komplett aussenisoliert und mit einem ex-

tensiv begrüntes Flachdach (Warmdach) versehen (Fig. 14). Die Eigenheiten dieses Pumpenhauses bestehen einerseits aus einem direkt über dem Brunnen angeordneten und mittels Magnetschalter gesicherten Bodentor für einen einfachen Ausbau der Pumpen ab dem Vorplatz. Andererseits wurde das Gebäude über dem Hochwasserspiegel angeordnet und dementsprechend eine Terrainanpassung von ca. 1,40 m Höhe vorgenommen.

FAZIT

Der fertig erstellte Brunnen weist eine deutlich grössere Brunnenenergiebigkeit auf als erwartet. Diese liegt bei über 17 000 l/min. Bei einer Entnahme von 10 000 l/min beträgt die Absenkung im Brunnen knapp zwei Meter.

Kombiniert mit zusätzlichen Markierversuchen, Probenahmen und Messdatenerhebung in diversen, teils zusätzlich erstellten Messstellen konnten die nach den Voruntersuchungen noch offenen Fragen so weit beantwortet werden, dass die Grundwasserschutz-zonen für eine Fördermenge von 10 000 l/min definitiv ausgeschieden werden konnten.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Schibli, M.; Künzli, M. (2016): *Regionaler Wasser-versorgungsplan (RWP) Olten Gösgen, Technischer Bericht. Studie der Waldburger Ingenieure AG, Aarau, Herausgegeben vom Amt für Umwelt, Abteilung Wasser, Solothurn*
- [2] Diem, S.; Schulte, P.; Poppei, J. (2014): *Standort-evaluation für eine neue regionale Grundwasserfassung im Aarefeld, bei Obergösgen und im Schachenwald - Modellierung der Grundwasser-schutz-zonen und Zuströmbereiche. Studie der AF-Consult Switzerland AG, Baden, im Auftrag des Amtes für Umwelt, Abteilung Wasser, Solothurn*
- [3] Schulte, P. (2014): *Potentielle Grundwasserfassungen im Aarefeld (Gretzenbach) und im Schachen (Obergösgen): Ergänzende Untersuchungen zu den 10-Tages-Anströmbereichen. Studie der AF-Consult Switzerland AG, Baden, im Auftrag des Amtes für Umwelt, Abteilung Wasser, Solothurn*

WASSER ▼ BODEN ▼ LUFT
Analytische Untersuchungen und Beratung

envilab

ANALYTIK AUS LEIDENSCHAFT

ENVILAB AG
Mühlethalstrasse 25, 4800 Zofingen
T 062 745 70 50, www.envilab.ch